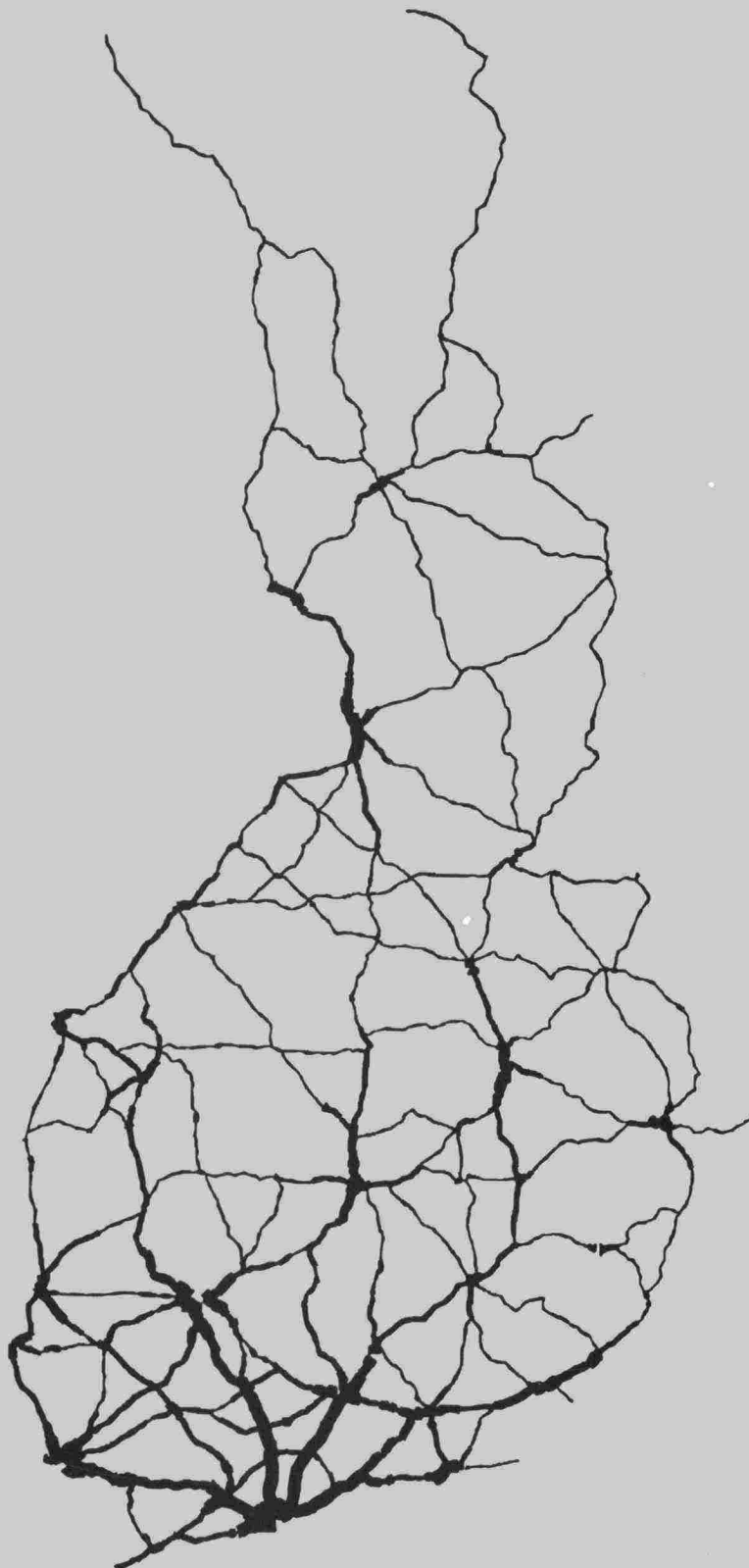




Tielaitos

Yleisten teiden ympäristön tilan selvitys

Ilmanlaatu



**Tielaitoksen
selvityksiä**

76/1992

Helsinki 1992

Tiehallitus
Kehittämiskeskus

Tielaitoksen selvityksiä
76/1992

Yleisten teiden ympäristön tilan selvitys

Ilmanlaatu

Tielaitos
Tiehallitus, kehittämiskeskus

Helsinki 1992

ISBN 951-47-6967-8

ISSN 0788-3722

TIEL 3200128

Painatuskeskus Oy

Helsinki 1993

Julkaisua myy:

Hallintopalvelut, painotuotevarasto

Telefax (90) 1487 2698

Tielaitos

Opastinsilta 12 A

PL 33

00521 HELSINKI

Puh. vaihde (90) 148 721

Yleisten teiden ympäristön tilan selvitys, Ilmanlaatu. [Utredning av miljön vid allmänna vägar, Luftkvalitet] Helsinki 1992. Tiehallitus, kehittämiskeskus. Tielaitoksen selvityksiä 76/1992. 38 s.+liitt. 2 s. TIEL 3200128 ISBN 951-47-6967-8, ISSN 0788-3722

Asiasanat: tieliikenne, pakokaasut, pitoisuudet, ympäristö

Tiivistelmä

Tielaitoksessa tehdään vuosina 1991-1995 nykyisen tiestön liikenneympäristön tilaselvitystä tiepiireittäin. Tilaselvityksien pohjalta laaditaan ohjelma toimenpiteiksi ympäristön laadun parantamiseksi. Tilakartoituksen yhtenä osana on ilmanlaatu.

Tämä esiselvitys on tarkoitettu lähtökohdaksi tiepiirien omille ilmanlaatua koskeville selvityksille. Valtakunnan tasolla esitetään laskelmat tieliikenteen pakokaasupäästöistä ja niiden kehittymisestä. Raportissa on esitetty myös Suomen kokonaispäästöt ja tieliikenteen osuus niistä sekä tieliikenteen päästöt lääneittäin ja yleisten teiden osuus. Pakokaasujen aiheuttamista pitoisuuksista väylien läheisyydessä on käytettävissä mittaustuloksia ja näiden perusteella voidaan tehdä karkeita arvioita pitoisuustasoista eri väylillä. Pitoisuuksien laskentamallin tuloksia vertaillaan myös mitattuihin pitoisuuksiin. Lyhyesti käsitellään myös happamoitumista ja kasvihuoneilmiötä sekä tieliikenteen vaikutusta niihin.

Tielaitoksen mahdollisuudet vaikuttaa nykyisen tiestön päästömääriin ja päästöjen aiheuttamiin pitoisuuksiin ovat vähäiset. Tärkeimpänä tavoitteena ilman laadun osalta onkin, että suunniteltaessa taajamiin parantamistoimenpiteitä tai meluntorjuntaa mietitään ympäristöä kokonaisuutena. Yhtenä osatekijänä on pakokaasut ja pöly sekä niiden vaikutus ihmisten viihtyisyyteen. Ihmisten altistumista pölylle ja muille epäpuhtauksille on pyrittävä vähentämään erityisesti kevyen liikenteen järjestelyjen yhteydessä.

Sammanfattning

I Vägverket pågår under åren 1991-95 en utredning om miljön vid de allmänna vägarna. Utredningen görs distriktsvis. På basen av utredningen uppgörs ett åtgärdsprogram för förbättring av miljön. Som en del av miljöutredningen behandlas också luftens kvalitet.

Denna förutredning kan vägdistrikten använda som bas för sina egna utredningar. I rapporten presenteras beräkningar av vägtrafikens avgasutsläpp och deras utveckling, utsläppen i Finland som helhet och vägtrafikens andel av dem. Mätningar av avgashalterna i närheten av vägarna har gjorts, och mätresultaten kan användas för att göra grovuppskattningar av halter vid olika slags vägar. I rapporten jämförs också mätresultaten med de resultat beräkningsmodellen för avgashalter ger. Därtill ingår en kort redogörelse för föroreningen och växthusfenomenet, och hur vägtrafiken påverkar dem.

Vägverkets möjligheter att påverka avgasutsläpp och -halter vid nuvarande vägar är små. För luftkvaliteten är det viktigaste målet därför att miljön som helhet beaktas, när förbättringsåtgärder eller bullerbekämpning i tätorter planeras. Avgaser och damm, och deras inverkan på människors trevnad, är en delfaktor. Särskilt i åtgärder som berör lätt trafik bör möjligheterna att minska påverkan av damm och andra föroreningar på människorna beaktas.

Alkusanat

Yleisten teiden liikenneympäristön tilaselvityksen osa-alue ilmanlaatu on ohjelmoitu tiepiireissä vuosille 1993-1995. Ilmanlaatutietoja käytetään lähtötietoina suunniteltaessa parantamistoimenpiteitä yleisille teille.

Useissa tiehankkeissa ilman saasteet ovat nousseet huolenaiheeksi. Ajoneuvojen kehittyminen vähentää päästöjä tulevina vuosina. Näyttää kuitenkin siltä päästömääräyksien seurauksena, että päästöt eivät vähene riittävästi. Tämän vuoksi kiinnitetään huomiota niihin yhdyskuntasuunnittelun sekä liikenne- ja tieteknisiin keinoihin, joilla voitaisiin päästöjä vähentää. Tiehankkeissa tarvitaan tietoja eri toimenpiteiden vaikutuksesta päästöihin ja pitouksuksiin.

Tämän esiselvityksen on laatinut FM *Mervi Karhula* ja julkaisun on tuottanut *Helena Tuhola*.

Helsingissä joulukuussa 1992

Tiehallitus

Kehittämiskeskus

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ / SAMMANFATTNING	3
ALKUSANAT	5
SISÄLLYSLUETTELO	6
1 TIELIIKENTEEEN PÄÄSTÖJEN LASKENTA	7
1.1 LIISA-ohjelma	7
1.2 KEHAR-ohjelma	8
2 TIELIIKENTEEEN PÄÄSTÖT SUOMESSA	13
2.1 Tieliikenteen päästöjen kehitys	13
2.2 Tieliikenteen osuus Suomen kokonaispäästöistä	16
2.3 Yleisten teiden päästöt	18
3 EPÄPUHTAUSPITOISUUDET VÄYLIEN LÄHEISYYDESSÄ	23
3.1 Mitattuja pitoisuuksia väylien läheisyydessä	23
3.2 Pitoisuuksia eri tilanteissa	26
3.3 Pitoisuuksien laskennallinen arviointi	28
3.4 Kasvillisuuden seuranta teiden läheisyydessä	31
4 ILMAN SAASTEIDEN VAIKUTUKSET	32
4.1 Happamoituminen ja otsoni	32
4.2 Terveys- ja viihtyvyyshaitat	34
4.3 Ilmastonmuutos	34
5 PIIRIKOHTAINEN SELVITYS	35
5.1 Tiepiirien ilmanlaatu selvitykset	35
5.2 Selvityksen käyttö tiensuunnittelussa	36
6 KIRJALLISUUSVIITTEET	37
7 LIITTEET	
1. Maanteiden hiilimonoksidipitoisuuksien arviointilomake	
2. Maanteiden typpioksidipitoisuuksien arviointilomake	

1 TIELIIKENTEEEN PÄÄSTÖJEN LASKENTA

Tieliikenteen päästöjä lasketaan useita eri tarkoituksia varten. Päästöjä lasketaan koko valtakunnan tasolla, lääneittäin, kunnittain ja tiekohtaisesti. Lähtötietojen tarkkuus vaihtelee eri menetelmissä ja tämän vuoksi myös päästöarviot eroavat toisistaan. Päästötiedot ovat aina laskennallisia arvioita. Todellisia päästöjä tiellä ei pystytä mittaamaan.

1.1 LIISA-ohjelma

Alueellisia päästöjä laskettaessa lähtötietoina on eri ajoneuvotyyppien määrä ja niiden suoritteet. Päästöt lasketaan yleensä LIISA-ohjelmalla /1/. Liikennesuorite on jaettu eri tyyppisille väylille: kadut (keskusta, esikaupunki ja pääkadut), päätiet ja muut yleiset tiet. Yleisten teiden suorite on tierekisteristä ja katujen suorite on tielaitoksen arvio. Eri ajoneuvotyyppien ominaispäästöt yleisillä teillä on määritetty eri nopeusrajoitusalueilla ajettavan keskimääräisen ajonopeuden (Autojen nopeudet pääteillä 1990) perusteella. Kolmelle katutyypille on määritetty ominaispäästöt. LIISA-ohjelmalla päästöjä laskettaessa voidaan vain karkeasti ottaa huomioon eri ajo-olosuhteiden vaikutus päästöihin.

LIISA-ohjelmassa ajoneuvokannan koostumus otetaan huomioon melko tarkasti. Ajoneuvotyyppinä on henkilöautot (katalysaattorilla ja ilman), paketti-autot, linja-autot, kuorma-autot ja perävaunulliset kuorma-autot. Lisäksi on arvioitu, kuinka paljon ajetaan eri ikäisillä ja kokoisilla henkilöautoilla. Päästöjen laskennassa voidaan näin ottaa huomioon autojen päästö määräyksien kehittyminen, autojen vuosimallit ja moottorin tilavuus. Kylmäkäynnistykset ja joutokäynti ovat päästöjen laskennassa mukana.

LIISA-ohjelmalla voidaan laskea erilaisten ajoneuvoteknisten ratkaisujen ja polttoaineen laadun muutosten vaikutusta tieliikenteen kokonaispäästöihin. Ohjelma soveltuu myös hyvin erilaisten alueiden tieliikenteen kokonaispäästöjen laskentaan. Päästöt lasketaan kaduille ja yleisille teille. Päästöinä tarkastellaan typen oksideja, häkää, hiilivetyjä, hiukkasia. Lisäksi polttoaineen myynnin perusteella lasketaan tieliikenteen lyijy-, rikkidioksidi- ja hiilidioksidi-päästöt.

Kaupunkien päästöjen laskentaa varten on jouduttu tekemään arvioita katujen liikennesuoritteesta. Koko maan katusuorite on jaettu kaupungeille niiden väkiluvun ja pinta-alan suhteessa. Katujen päästöjen osalta kaupunkikohtaiset tiedot ovat karkeita arvioita. Yleisten teiden suorite kunnittain saadaan tierekisterin avulla. Läänin ja koko valtakunnan tasolla katujen ja yleisten teiden liikenteen päästöt ovat helpommin arvioitavissa.

LIISA-ohjelman ylläpidosta vastaa VTT:n Tie-, Geo- ja liikennetekniikan laboratorio. Ohjelmaa päivitetään vuosittain liikennesuoritteiden, uusien autojen ja polttoaineen myynnin osalta. Tällä hetkellä on käytössä versio 2.2, jossa on vuoden 1991 liikennesuorite ja vuosien 1992-2010 osalta tielaitoksen ennuste suoritteiden kehittymisestä. Aiempien ohjelmaversioiden tuloksia ei ole syytä käyttää, koska ne eivät ole vertailukelpoisia keskenään. Tämä koskee erityisesti vuodelle 1987 laskettuja tuloksia.

1.2 KEHAR-ohjelma

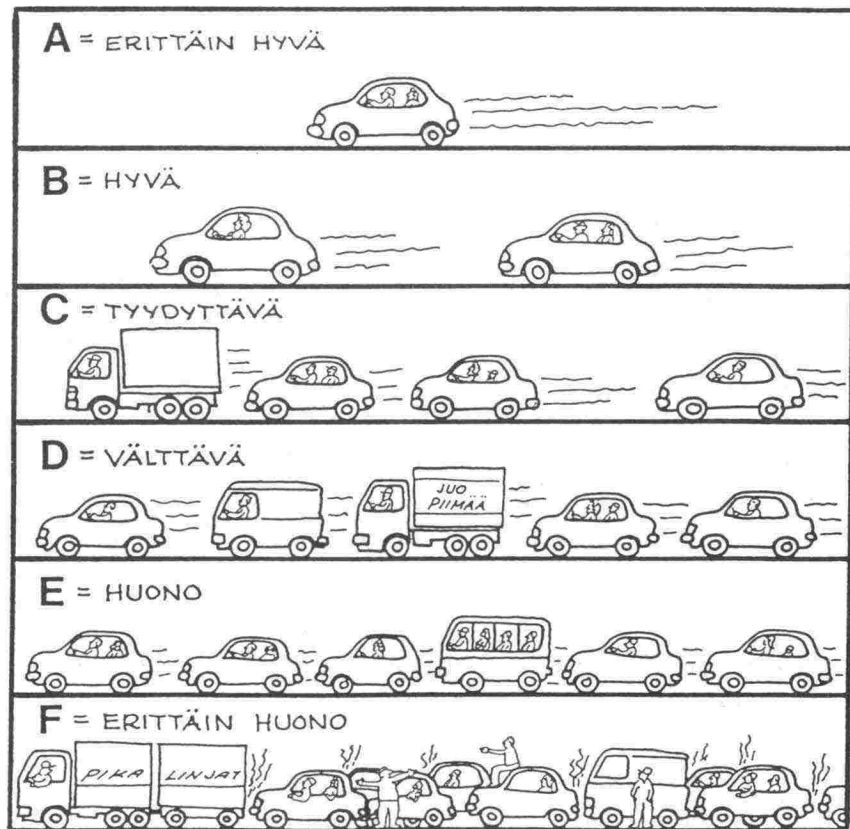
Tiekohtaisia päästöjä laskettaessa otetaan huomioon väylätyyppi, nopeusrajoitus ja väylän palvelutaso. Päästöjen laskentaan käytetään yleensä KEHAR-ohjelmaa ja päästölajeina on tyypin oksidit, häkä, hiilivedyt, hiukkaset ja hiilidioksidi /2/. Ohjelman tietokantaan sisältyy valta-, kanta-, seutu- ja kokoojatiet.

Laskettaessa päästöjä KEHAR-ohjelmalla hyödynnetään ohjelman nopeus-, palvelutaso- ja polttoaineenkulutusmalleja. Hiilidioksidipäästöt lasketaan ohjelman polttoaineenkulutusmallin avulla. Tältä osin KEHAR-ohjelma poikkeaa oleellisesti LIISA-ohjelmasta, jossa päästöt lasketaan polttoaineen myynnin avulla. KEHAR-ohjelmassa ei oteta huomioon kylmäkäynnistyksen ja joutokäynnin päästöjä. Yleisillä teillä ja erityisesti pääteillä niiden merkitys on kuitenkin vähäinen.

Päästöt arvioidaan erikseen kevyille (henkilö- ja pakettiautot) ja raskaille (linja- ja kuorma-autot) autoille sekä vastaavasti tiukemmat päästömääräykset täyttävillä autoilla. Päästöjä rajoittavien laitteiden yleistyminen autoissa alkaa kevyillä autoilla vuonna 1990 ja raskailla autoilla vuonna 1995. Vuonna 2010 ajetaan vain vähäpäästöisillä autoilla. Eri vuosille on määritelty se osuus suoritteesta, joka ajetaan vähäpäästöisillä autoilla.

Autojen ominaispäästöt on arvioitu tien eri palvelutasoille tieluokan, nopeusrajoituksen ja KEHARin laskeman keskimääräisen nopeuden avulla. Eri päästökomponenttien osalta malleissa on pyritty noudattamaan mm. seuraavia periaatteita:

- tyypin oksidien päästöihin vaikuttaa erityisesti liikenteen nopeus
- palvelutason huononeminen nostaa hään ja hiilivetyjen päästöjä
- hään osalta nopeusrajoitus 120 km/h moottoritiellä lisää päästöjä hyvillä palvelutasoilla
- päästöjä rajoittavien laitteiden vaikutuksesta sekä nopeuden että palvelutason merkitys ominaispäästöissä vähenee
- hiilidioksidipäästöt lasketaan ohjelman polttoaineenkulutusmallin avulla.



Kuva 1: Palvelutasoluokitus /3/

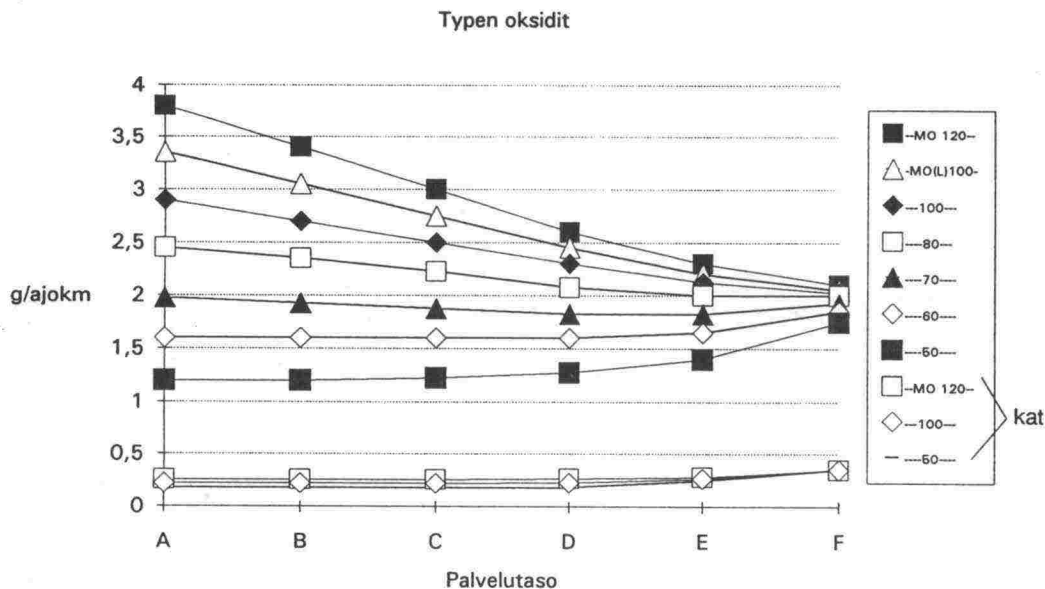
Kevyiden autojen ominaispäästöjen tasojen määrittämisen pohjana on käytetty toisaalta tasaisen ajonopeuden ja toisaalta eri ajosyklien (HWEET, FTP ja ECE) mukaisia keskimääräisiä päästöjä. Autojen päästömääräyksissä päästöraajat on määritetty ajosyklien avulla.

Palvelutasojen A ja B ajotilanteet vastaavat lähinnä tasaista ajonopeutta. HWEET- ajosykliä on käytetty Yhdysvalloissa kuvaamaan maantieajoa ja ajosyklin keskinopeus on 77,4 km/h ja maksiminopeus 96,4 km/h. KEHAR-ohjelmassa tämä ajosykli vastaa palvelutasoa C.

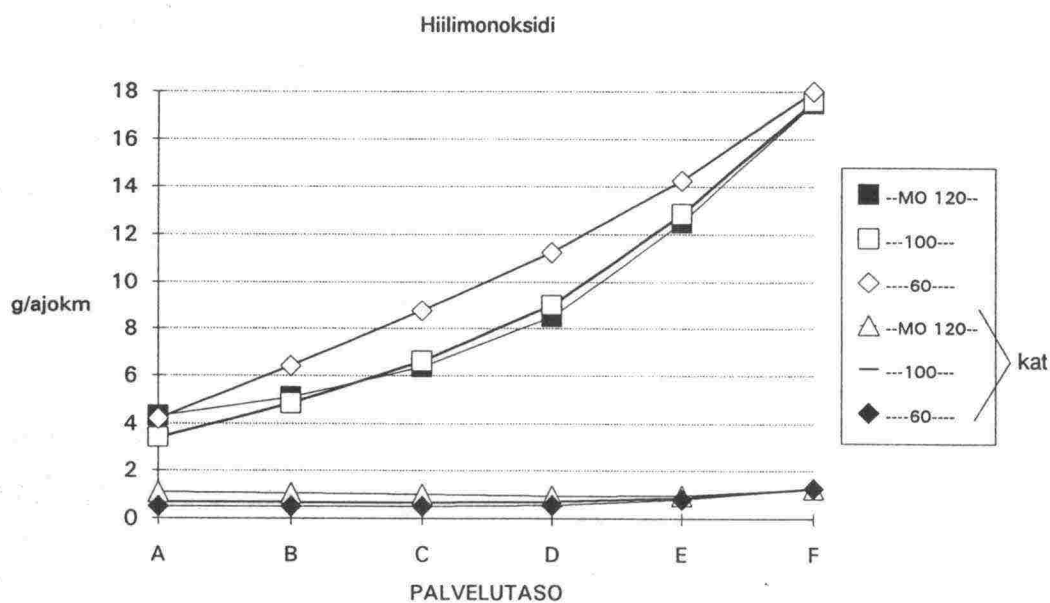
Yhdysvaltalaisessa FTP-ajosyklissä keskinopeus on 34,1 km/h ja maksiminopeus 91,2 km/h sekä ajon aikana useita pysähdyksiä. Suomessa uudet pakokaasumääräykset perustuvat FTP-ajosykliin. Tämän ajotilanteen on oletettu kuvaavan palvelutasoa D-E.

Eurooppalainen ECE-ajosykli kuvaa kaupunkiajtoa, jossa keskinopeus 18,9 km/h ja maksiminopeus 50 km/h sekä pysähdyksiä ajon aikana. KEHARissa ECE-ajosykli kuvaa palvelutasoa F.

Katalysaattorin vaikutuksesta kevyiden autojen ominaispäästöt alenevat keskimäärin 70-90 % päästölajista, palvelutasosta ja nopeudesta riippuen.



Kuva 2: Kevyen auton (ei-kat, kat) typen oksidien ominaispäästöt eri väylätyypeillä ja palvelutasoilla KEHARissa.

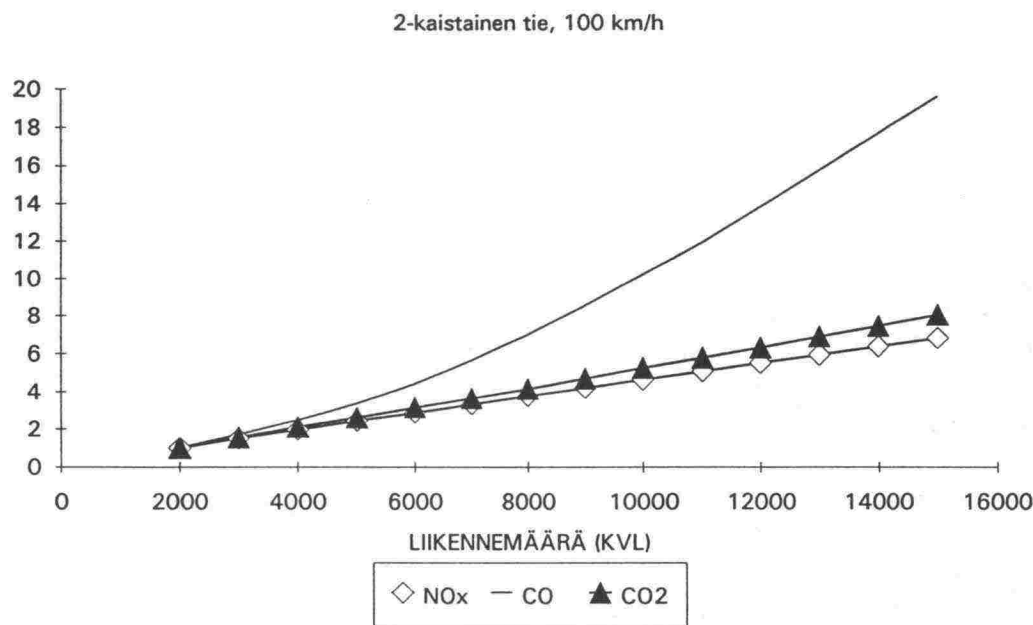


Kuva 3: Kevyen auton (ei-kat, kat) hään ominaispäästöt eri väylätyypeillä ja palvelutasoilla KEHARissa.

Raskaiden autojen ominaispäästöt on typen oksidien osalta määritelty eri nopeusrajoituksille ja palvelutasoille, muiden päästölajien osalta vain eri palvelutasoille. Raskaiden autojen päästöjen on oletettu määräysten tiukentumisen alenevan 50-65 % nykyiseen verrattuna. Aleneminen on oletettu tasaiseksi kaikilla nopeusrajoituksilla ja palvelutasoilla.

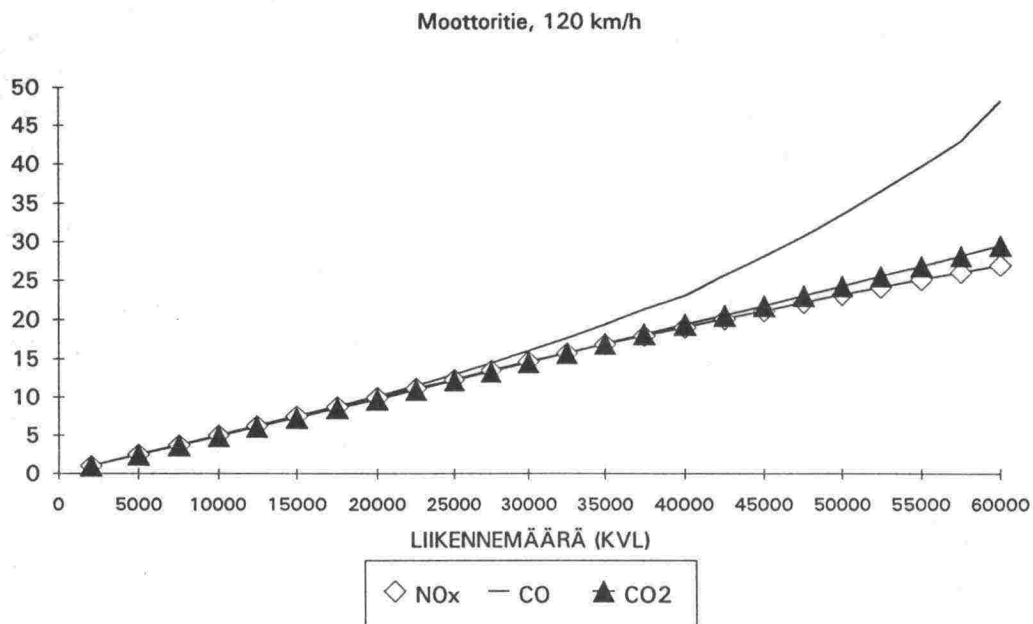
Eri tyyppisillä teillä päästöt tiekilometriä kohden muuttuvat liikennemäärien kasvaessa eri tavalla. Palvelutason vaikutus eri päästölajeissa vaihtelee. Typen oksidien päästöt ja polttoaineen kulutus muuttuvat hyvin samalla tavalla liikennemäärien kasvaessa. Häkä- ja hiilivetypäästöt lisääntyvät nopeammin kuin typen oksidit liikennemäärän kasvaessa.

Kuvassa 4 on esitetty kaksikaistaisen tien typen oksidien, hään ja hiilidioksin päästöjen muutos liikennemäärän kasvaessa. Päästöt kuvaavat tämän hetken tilannetta. Liikennemäärän ollessa yli 8 000 ajoneuvoa vuorokaudessa alkavat palvelutason huononemisen seurauksena häkäpäästöt selvästi kasvaa.



Kuva 4: Kaksikaistaisen tien typen oksidien, hään ja hiilidioksidin päästöt tiekilometriä kohden vuodessa suhteutettuna liikennemäärään 2000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Nopeusrajoitus 100 km/h. Raskaiden ajoneuvojen osuus 10 % ja vuosi 1991.

Kuvassa 5 on esitetty moottoritien päästöt 120 km/h nopeusrajoitusalueella liikennemäärän kasvaessa. Moottoritiellä liikennemäärän ollessa yli 40 000 ajoneuvoa vuorokaudessa alkavat häkäpäästöt kasvaa enemmän kuin liikennesuorituksen aiheuttama lisäys eli palvelutason huononeminen lisää päästöjä. Typen oksidien ja hiilidioksidin päästöihin palvelutason huononeminen ei vaikuta merkittävästi.



Kuva 5: Moottoritien typen oksidien, hään ja hiilidioksidin päästöt tiekilometriä kohden vuodessa suhteutettuna liikennemäärään 2000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Nopeusrajoitus 120 km/h. Raskaiden ajoneuvojen osuus 10 %, vuosi 1991.

KEHAR-ohjelmiston ylläpidosta vastaa tielaitoksen liikenne- ja tietekniikka yksikkö. Ohjelman tietokanta päivitetään vuosittain. Päästöjen laskentaa on muutettu ohjelman eri versioiden välillä. Kesäkuussa 1992 otettiin käyttöön versio 2.2. Aiempia versioita ei kannata käyttää päästöjen laskentaan. Eri palvelutasoilla käytetyt ominaispäästöt autotyypeittäin ja vähäpäästöisten autojen osuudet suoritteesta vuosittain löytyvät KEHARin tiedostosta NOPEUS.DAT.

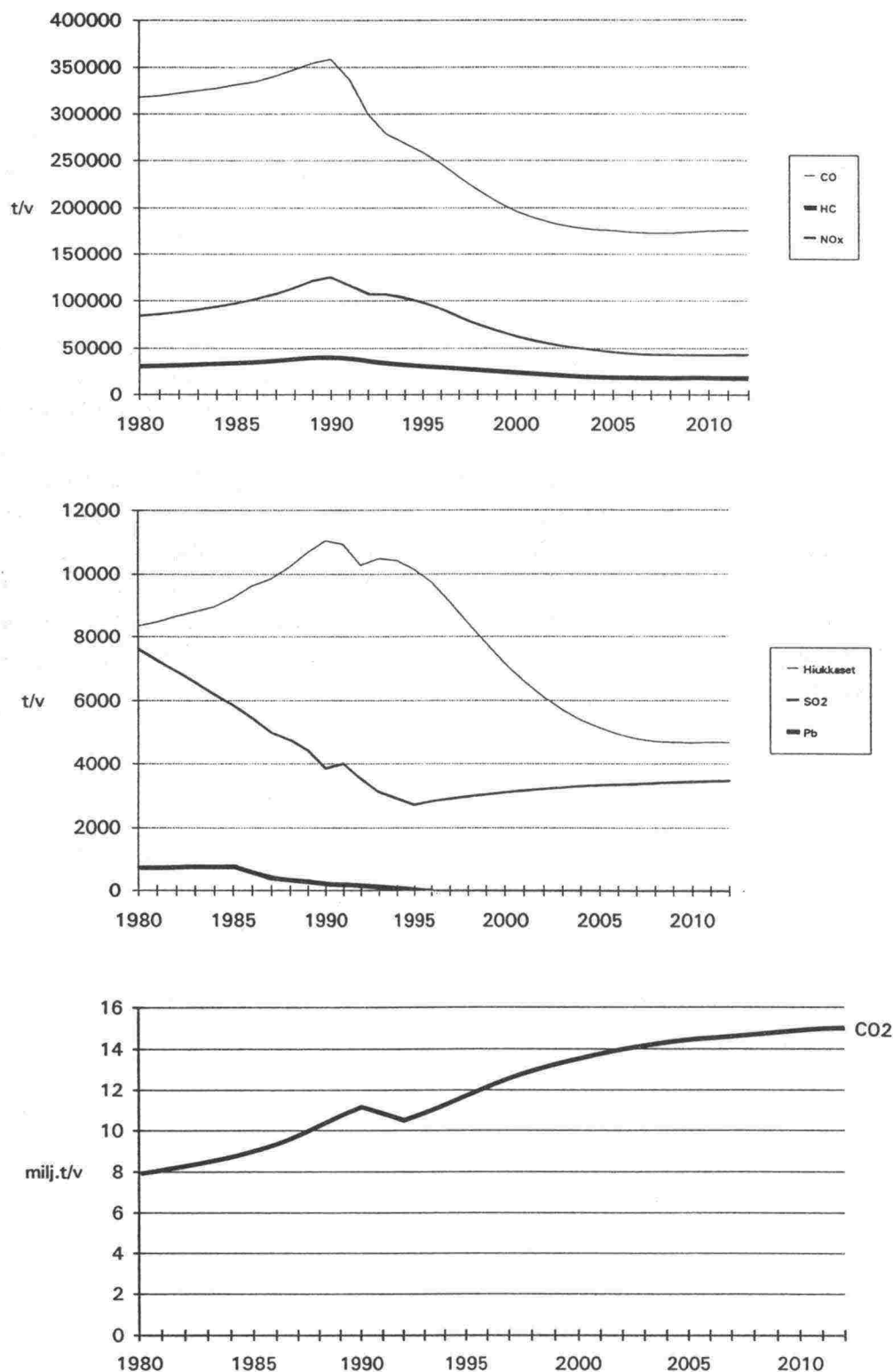
2 TIELIIKENTEEEN PÄÄSTÖT SUOMESSA

2.1 Tieliikenteen päästöjen kehitys

Tieliikenteen päästöistä on käytettävissä tietoja vuodesta 1980 lähtien. Päästöt lisääntyivät 80-luvulla selvästi. Yleisten teiden liikennemäärät kasvoivat 5-8 % vuosittain. Liikennesuorite kasvoi 80-luvulla yhteensä 54 %. Liikennesuorite ei ole viimeisenä kahtena vuonna muuttunut. Tieliikenteen päästöt alkavat vähentyä 90-luvulla katalysaattoriautojen yleistyessä.

Henkilöautojen pakokaasumääräyksiä on 80-luvulla tiukennettu Suomessa ensin ECE:n 15/04 määräysten mukaiseksi ja edelleen Yhdysvaltojen vuoden 1983 määräyksiä vastaavaksi. Marraskuun 1990 alusta lähtien kaikkien maahan tuotavien henkilöautojen tuli olla vähäpäästöisiä. Näitä määräyksiä ei nykytekniikalla voida saavuttaa kuin katalysaattorin avulla. Pakettiautojen määräyksiä tiukennetaan vuoden 1993 alusta lähtien. Raskaiden ajoneuvojen määräyksiä on myös tiukennettu 80-luvulla ja uusia tiukennuksia tulee 90-luvun aikana. Tällöin myös raskaisiin ajoneuvoihin joudutaan asentamaan pakokaasujen puhdistustekniikkaa. Näiden määräysten seurauksena autojen ominaispäästöt ovat vähentyneet 50-80 % ajoneuvotyyppistä ja päästölaajista riippuen.

Yhdysvalloissa on jo käytössä vieläkin tiukempia päästömääräyksiä. Euroopassakin määräysten tiukentamista suunnitellaan. Suomi on sitoutunut jatkossa noudattamaan eurooppalaisia määräyksiä. Näiden määräysten vaikutusta päästömääriin on vielä vaikea arvioida. Alustavia arvioita on, että henkilöautojen päästöt vähenisivät katalysaattoriautojen päästöihin verrattuna vielä useita kymmeniä prosentteja. LIISA-ohjelmassa on tämä uusi ajoneuvotekniikka otettu huomioon ja mallissa määräysten oletetaan tulevan voimaan 90-luvun lopulla. KEHAR-ohjelmassa näitä mahdollisia uusia määräyksiä ei ole otettu huomioon.



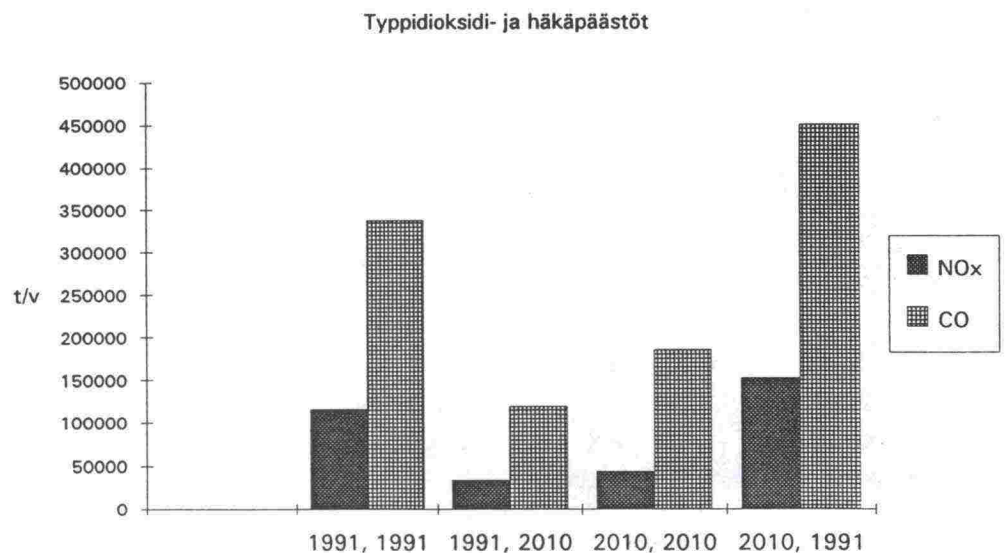
Kuva 6: Suomen tieliikenteen päästöjen kehittyminen vuosina 1980-1991 ja päästöjen kehityssennuste vuosille 1992-2010. Laskelmat on tehty LIISA-ohjelmalla ja päästöihin sisältyy sekä katujen ja yleisten teiden liikenteen päästöt.

Tieliikenteen typen oksidien päästöt kasvoivat 80-luvulla 49 %. Vastaavana ajanjaksona hiilidioksidipäästöt kasvoivat 40 %. Päästöjen kasvu aiheutui lähinnä henkilöautoliikenteestä.

Vuonna 1990 tieliikenteen päästöt olivat huipussaan. Katalysaattoriautojen osuus autokannasta alkoi lisääntyä ja sen seurauksena myös päästöt vähenevät. Vuonna 2010 nykyinen autokanta on uusiutunut ja lisäksi 90-luvun loppupuolella käyttöön otettujen henkilöautojen ominaispäästöt laskevat. Tämän kehityksen seurauksena tieliikenteen typen oksidien, hiilivetyjen ja hiilimonoksidin päästöt vähenevät noin puoleen vuoden 1991 päästöistä (45-62 % päästöläjistä riippuen) vuoteen 2010 mennessä.

Bensiinin lyijypitoisuuden laskun ja lyijyttömän bensiinin seurauksena lyijypäästöt ovat vähentyneet koko 80-luvun ja tieliikenteen päästöt loppuvat 90-luvun lopulla. Bensiinin ja dieselöljyn rikkipitoisuus on myös laskenut ja tämän seurauksena myös rikkidioksidipäästöt. Hiilidioksidipäästöt kasvavat vuoteen 2010 mennessä 40 %. Tässä kehityksessä on huomioitu, että ajoneuvojen ominaiskulutus vähenee jonkin verran tekniikan kehittyessä.

Vuonna 2010 tieliikenteen typen oksidien päästöt ovat 44 000 tonnia. Jos liikennesuorite ei kasvaisi vuodesta 1991 typen oksidien päästöt olisivat 10 000 tonnia pienemmät vuonna 2010. Vastaavasti häkäpäästöt vuonna 2010 ovat 185 000 tonnia ja ilman liikenteen kasvua 65 000 tonnia pienemmät. Ajoneuvotekniikalla saavutettavasta hyödystä osa menetetään liikenteen kasvun seurauksena. Kuvassa 7 on esitetty myös tieliikenteen päästöt vuonna 2010, jos ajoneuvotekniikka ei olisi kehittynyt nykyisestä.



Kuva 7: Tieliikenteen typen oksidien ja hään päästöt vuonna 1991 ja 2010. Lisäksi kuvassa on päästöt oletuksilla, että vuoden 1991 liikennesuorite ajettaisiin vähäpäästöisillä autoilla ja että vuoden 2010 suorite ajetaan nykyisillä autoilla.

2.2 Tieliikenteen osuus Suomen kokonaispäästöistä

Päästöjä aiheutuu energiantuotannosta, teollisuudesta, työkoneista, muista liikennemuodoista ja tieliikenteestä. Kaikista päästölähteistä vuosittain tietoja ei saada, joten esimerkiksi tieliikenteen osuuden kehittymistä eri vuosina ei pystytä arvioimaan. 80-luvun lopun tilanteesta on parhaiten käytettävissä tietoja. Tieliikenne on useimpien päästölajien kohdalta merkittävin lähde. Tieliikenteen kokonaispäästöjen laskenta on tehty VTT:n LIISA-ohjelmalla.

Taulukko 1: Päästöt Suomessa 80-luvun lopun tilanteessa ja tieliikenteen osuus päästöistä /4/.

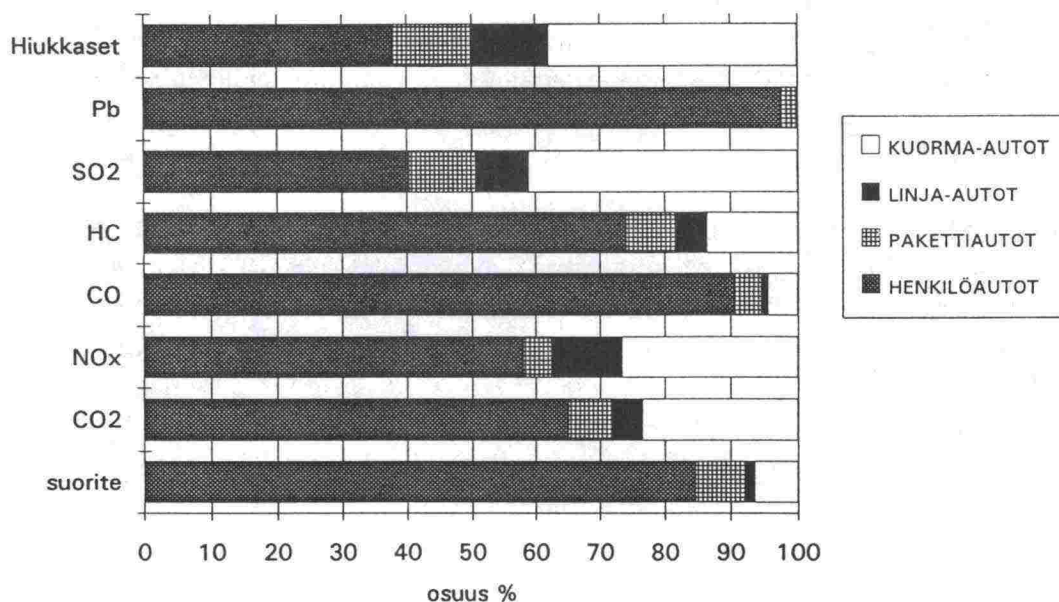
	CO t	NO _x t	HC t	CO ₂ 1 000 t
Energiantuotanto	110 000	95 000	35 000	41 000
Teollisuus	10 000	17 000	67 000	1 000
Työkoneet	32 000	41 000	11 500	2 100
Tieliikenne	359 000	125 000	41 700 *	11 100
Rautatieliikenne	500	5 000	700	280
Laivaliikenne	300	5 900	300	300
Lentoliikenne	200	1 100	500	320
Yhteensä	514 000	290 000	157 000	56 000
Tieliikenteen osuus	69,9 %	43,1 %	26,6 %	19,8 %

	Hiukkaset t	SO ₂ t	Pb t
Energiantuotanto	60 000	142 000	21
Teollisuus	30 000	109 000	87
Työkoneet	3 500	2 700	10
Tieliikenne	11 000* *	3 800	189
Rautatieliikenne	700	300	0
Laivaliikenne	200	2 500	0
Lentoliikenne	50	50	0
Yhteensä	105 000	260 000	307
Tieliikenteen osuus	10,4 %	1,5 %	61,6 %

* Autoista haihtuu hiilivetyjä ilmaan 26 000 t. Tieliikenteen osuus on tällöin 37 %.

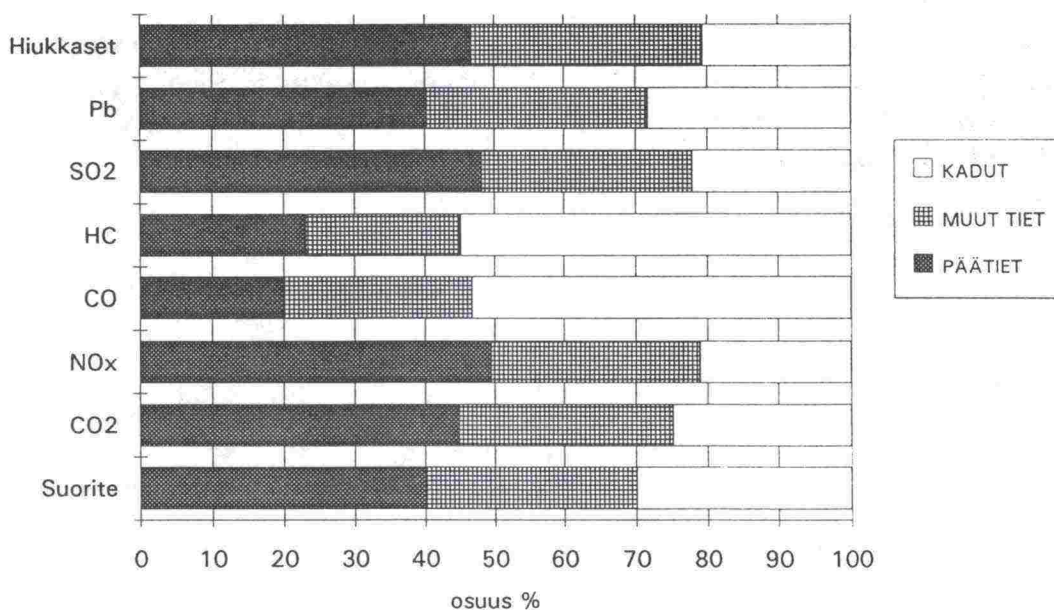
** Tieliikenteen tien pinnasta ilmaan nostattama pölymäärä on noin 300 000 t

Tieliikenteen päästöistä suurin osa on peräisin henkilöautoista. Typen oksidien päästöissä raskaiden ajoneuvojen osuus on merkittävä. Rikkidioksidin ja hiukkasten päästöissä raskaiden ajoneuvojen osuus on myös keskeinen.



Kuva 8: Eri autoryhmien osuus suoritteesta ja päästöistä vuonna 1991.

Yleisten teiden osuus tieliikenteen typen oksidien ja hiilidioksidin päästöistä on noin kaksi kolmasosaa. Pääteiden osuus yleisten teiden päästöistä on vähän yli puolet. Katujen osuus hiilivety- ja häkäpäästöissä on hieman yli puolet.



Kuva 9: Eri väylätyyppien osuus suoritteesta ja päästöistä vuonna 1991.

2.3 Yleisten teiden päästöt

Tiekohtaiset päästöt voidaan laskea KEHAR-ohjelman avulla. KEHAR-ohjelman tietokantaan sisältyvät valta-, kanta-, seutu- ja kokoojatiet. Päästöjä laskettaessa otetaan huomioon liikennesuoritteiden jakautuminen eri palvelutasoille väylätyypin ja nopeusrajoituksen mukaan. Palvelutasoille on määritelty autojen omaispäästökertoimet keskimääräisen ajonopeuden ja ajotilanteen perusteella. LIISA-ohjelmalla ei päästöjen laskennassa voida ottaa huomioon kuin keskimääräinen ajonopeus eri nopeusrajoitusalueilla.





Verrattaessa LIISA- ja KEHAR-ohjelmalla laskettujen valtateiden liikenteen päästöjä voidaan havaita ajotilanteiden vaikutus päästöihin. KEHAR-ohjelmalla lasketut häkä- ja hiilivetypäästöt ovat 10-15 % suuremmat kuin LIISA-ohjelmalla lasketut päästöt. Etelä-Suomen pääteillä erot ovat vielä hieman suurempia. KEHARilla lasketut typen oksidien päästöt pääteillä ovat noin 10 % suuremmat kuin LIISA-ohjelman tulokset. Tähän vaikuttaa sekä palvelutaso että laskelmissa käytetty ajonopeus. Muiden teiden osalta vertailua on vaikea tehdä, koska laskelmissa on otettu huomioon eri tekijöitä.

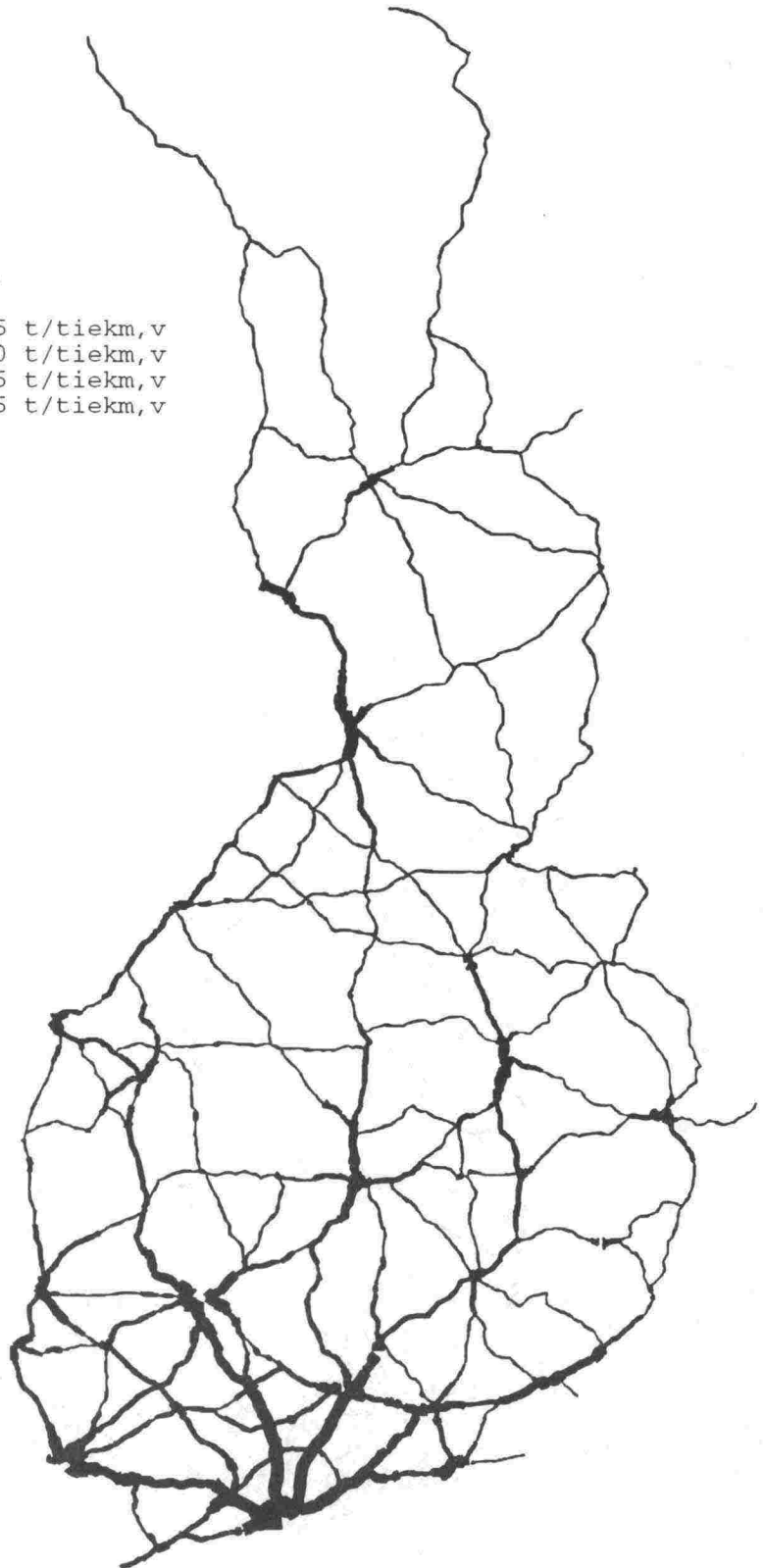
Tiekohtaiset päästöt voidaan esittää kartalla, jonka avulla voi karkeasti tarkastella päästöjen kannalta ongelmallisia kohteita. Ongelmakohteet löytyvät usein suurimpien kaupunkien sisääntuloväyliltä, joiden välittömässä läheisyydessä on asutusta. Päästöt tiekilometriä kohden eivät kuvaa vielä epäpuhtauspitoisuutta ilmassa vaan ainoastaan sitä määrää ainetta, joka vuoden aikana tulee pakoputkista ilmaan. Pitoisuuteen väylän läheisyydessä vaikuttavat taustapitoisuus, sääolosuhteet ja päästöjen mahdollisuus sekoittua puhtaampaan ilmaan. *Kuvissa 10 ja 11* on esitetty valta- ja kantateiden typen oksidien ja hään päästöt tiekilometriä kohden vuonna 1991.

Taulukossa 2 on esitetty tieliikenteen päästöt lääneittäin ja yleisten teiden osuus päästöistä. Tieliikenteen kokonaispäästöt on laskettu LIISA-ohjelmalla. Uudenmaan, Turun ja Porin ja Hämeen läänin päästöt ovat noin puolet tieliikenteen päästöistä.

Mittakaava 1:5000000

NO_x-päästöt





	yli 15 t/tiekm,v
	yli 10 t/tiekm,v
	yli 5 t/tiekm,v
	alle 5 t/tiekm,v

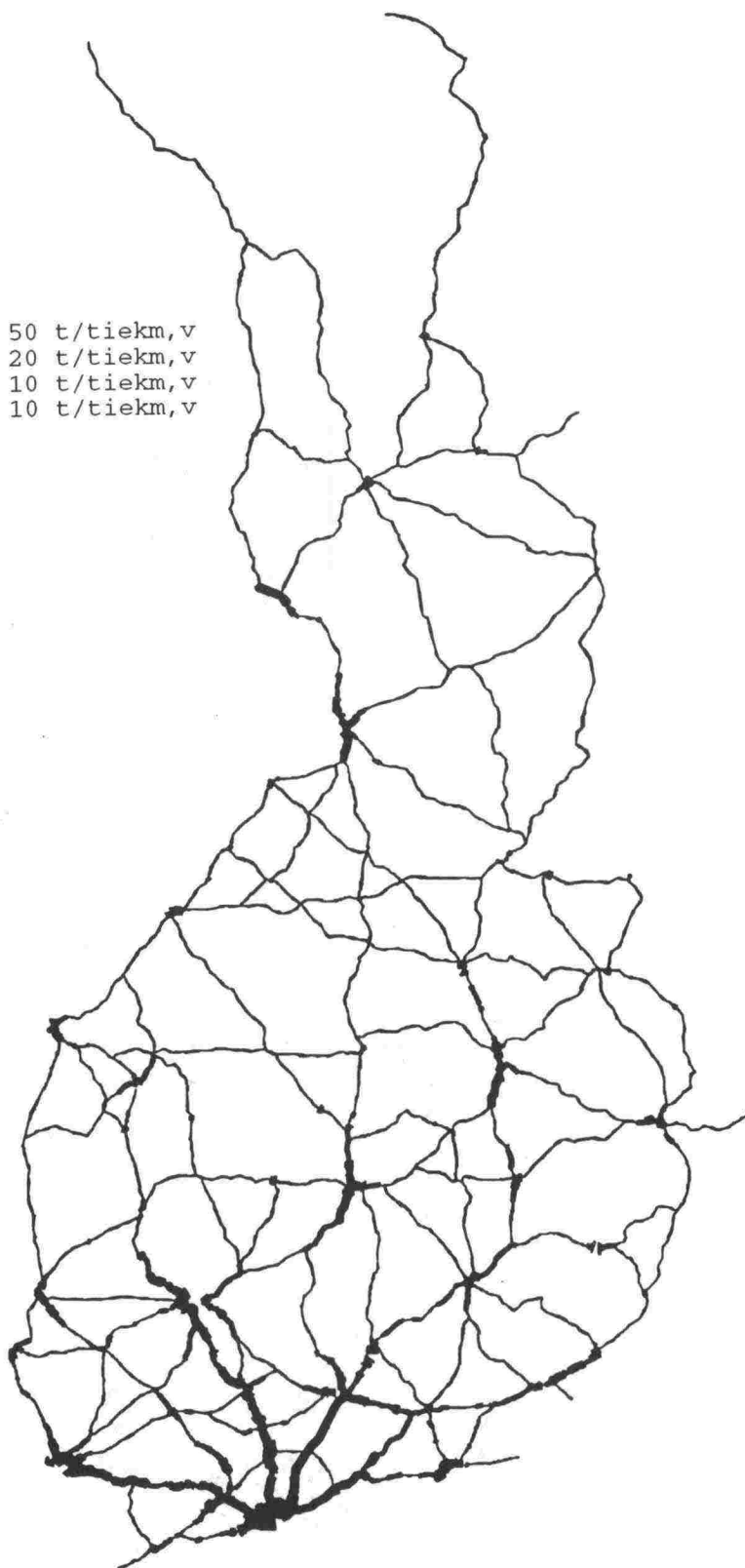


Kuva 10: Valta- ja kantateiden liikenteen typen oksidien päästöt tiekilometriä kohden vuonna 1991. Kehar 2.2.

Mittakaava 1:5000000

CO-päästöt

	yli 50 t/tiekm,v
	yli 20 t/tiekm,v
	yli 10 t/tiekm,v
	alle 10 t/tiekm,v



Kuva 11: Valta- ja kantateiden häkäpäästöt tiekilometriä kohden vuonna 1991. Kehar 2.2.

Taulukko 2: Tieliikenteen pakokaasupäästöt lääneittäin ja yleisten teiden osuus vuonna 1991. LIISA 2.2.

LÄÄNI	HÄKÄ		Yleisten teiden	
	PÄÄTIET tonnia/v	MUUT TIET tonnia/v	KADUT tonnia/v	osuus
UUSIMAA	13 092	14 757	53 273	34,3%
TURKU JA PORI	8 165	14 691	26 770	46,1%
HÄME	9 576	10 581	25 661	44,0%
KYMI	4 550	4 686	13 216	41,1%
MIKKELI	4 060	4 286	5 060	62,3%
POHJOIS-K.	2 513	4 416	5 575	55,4%
KUOPIO	4 083	4 775	8 759	50,3%
KESKI-SUOMI	4 234	5 085	7 634	55,0%
VAASA	5 135	10 757	13 426	54,2%
OULU	7 553	10 391	13 666	56,8%
LAPPI	4 652	5 833	6 621	61,3%
YHTEENSÄ	67 613	90 258	179 661	46,8%
YHT. Väylät			337 532	

LÄÄNI	HIILIVEDYT		Yleisten teiden	
	PÄÄTIET tonnia/v	MUUT TIET tonnia/v	KADUT tonnia/v	osuus
UUSIMAA	1 679	1 529	6 640	32,6%
TURKU JA PORI	1 170	1 472	3 255	44,8%
HÄME	1 298	1 038	3 178	42,4%
KYMI	652	436	1 578	40,8%
MIKKELI	553	400	620	60,6%
POHJOIS-K.	327	382	621	53,3%
KUOPIO	545	455	1 030	49,3%
KESKI-SUOMI	588	489	900	54,5%
VAASA	714	1 061	1 564	53,2%
OULU	1 018	934	1 576	55,3%
LAPPI	600	506	730	60,2%
YHTEENSÄ	9 144	8 702	21 692	45,1%
YHT. Väylät			39 538	

LÄÄNI	TYPEN OKSIDIT		Yleisten teiden	
	PÄÄTIET tonnia/v	MUUT TIET tonnia/v	KADUT tonnia/v	osuus
UUSIMAA	11 206	6 216	8 889	66,2%
TURKU JA PORI	7 309	5 734	3 407	79,3%
HÄME	8 231	3 780	3 458	77,6%
KYMI	4 149	1 553	1 679	77,3%
MIKKELI	3 359	1 515	654	88,2%
POHJOIS-K.	1 960	1 495	590	85,4%
KUOPIO	3 311	1 855	1 012	83,6%
KESKI-SUOMI	3 711	1 979	923	86,0%
VAASA	4 399	4 321	1 523	85,1%
OULU	6 329	3 718	1 599	86,3%
LAPPI	3 431	1 956	699	88,5%
YHTEENSÄ	57 395	34 122	24 433	78,9%
YHT. Väylät			115 950	

Yleisten teiden ympäristön tilan selvitys
TIELIIKENTEN PÄÄSTÖT SUOMESSA

LÄÄNI	HIUKKASET		Yleisten teiden	
	PÄÄTIET tonnia/v	MUUT TIET tonnia/v	KADUT tonnia/v	osuus
UUSIMAA	936	666	784	67,1%
TURKU JA PORI	690	620	327	80,0%
HÄME	728	414	321	78,1%
KYMI	386	163	157	77,8%
MIKKELI	302	153	62	88,0%
POHJOIS-K.	168	144	57	84,6%
KUOPIO	294	190	96	83,4%
KESKI-SUOMI	338	205	87	86,2%
VAASA	405	451	149	85,2%
OULU	563	368	146	86,4%
LAPPI	298	190	68	87,8%
YHTEENSÄ	5 108	3 564	2 254	79,4%
YHT.Väylät			10 926	

LÄÄNI	HIILIDIOKSIDI		Yleisten teiden	
	PÄÄTIET 1000 tonnia/v	MUUT TIET 1000 tonnia/v	KADUT 1000 tonnia/v	osuus
UUSIMAA	882	607	869	63,1%
TURKU JA PORI	626	553	399	74,7%
HÄME	700	382	405	72,8%
KYMI	364	159	206	71,7%
MIKKELI	315	154	85	84,7%
POHJOIS-K.	165	135	68	81,5%
KUOPIO	283	171	120	79,1%
KESKI-SUOMI	319	192	108	82,6%
VAASA	390	418	182	81,6%
OULU	517	328	173	83,0%
LAPPI	306	183	80	85,9%
YHTEENSÄ	4 867	3 282	2 695	75,1%
YHT.Väylät			10 844	

3 EPÄPUHTAUSPITOISUUDET VÄYLIEN LÄHEISYYDESSÄ

3.1 Mitattuja pitoisuuksia väylien läheisyydessä

Ilmanlaadun mittaustuloksia väylien läheisyydessä on käytettävissä noin kymmenestä kohteesta kaupunkien keskustoista, esikaupunkialueilta ja maaseudulta. Yleisten teiden varsilla mittauksia on tehty Espoossa, Helsingissä, Tampereella ja Piikkiössä. Liikennemäärät väylillä ovat olleet 15 000- 60 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Mittauspiste on ollut 10-160 metrin etäisyydellä tiestä. Katujen varsilla tehdyissä mittauksissa liikennemäärät ovat olleet 20 000 - 30 000 ajoneuvoa vuorokaudessa.

Liikenteen päästöjen aiheuttamiin pitoisuuksiin vaikuttavat päästömäärät ja leviämisolosuhteet. Sääolosuhteet vaikuttavat myös pitoisuuksiin. Jos mittausjaksolla esimerkiksi esiintyy useita tyyniä päiviä pitoisuustasot nousevat selvästi. Toisaalta näkyy vuodenaikojen eli lähinnä taustakuormituksen vaikutus pitoisuuksissa. Talvella typpidioksidipitoisuudet ovat korkeampia, sillä myös energiantuotannon päästöt vaikuttavat pitoisuuksiin.

Taulukkoihin 3 ja 4 on kerätty teiden ja katujen läheisyydessä tehtyjen mittauksien tuloksia. Mittausjaksojen kesto oli 2-10 kuukautta. Mittauksia tulee tehdä yhdessä kohteessa vähintään kaksi kuukautta, jotta pitoisuuksien vaihtelusta saadaan riittävästi tietoa. Taulukoissa on esitetty typpidioksidin ja hään mittaustulosten kuukausikeskiarvojen vaihteluväli. Lisäksi on esitetty ohjearvoon verrannolliset typpidioksidin tuntipitoisuudet ja hään kahdeksantunnin pitoisuudet. Vaihteluvälit ovat melko suuria ja tähän on syynä yleensä sääolosuhteet. Vertailuarvona voidaan käyttää tausta-asemilla mitattuja tuloksia. Tausta-asemien pitoisuuksiin paikalliset päästölähteet eivät vaikuta ja ne kuvaavat ns. puhtaiden alueiden pitoisuutta /5/.

Taulukko 3: Vilkkaiden teiden ja katujen läheisyydessä mitattuja typpidioksidi- ja häkäpitoisuuksia /4, 5, 14, 15/.

Mittaus- piste	Aika	KVL (ajon/vrk)	Mittaus- pisteen etäisyys tiestä (m)	Nopeus- rajoitus (km/h)	Kuukausikeskiarvojen vaihteluväli		1 vrk NO ₂ (µg/m ³)	Ohjearvoon verran- nolliset pitoisuudet	
					NO ₂ (µg/m ³)	CO (mg/m ³)		1 h NO ₂ (µg/m ³)	8 h CO (mg/m ³)
Kehä I	1 - 3/88	60 000	5	70	38	1,4	58	73	4,0 - 6,9
Tuusulantie	8/89 - 1/90	35 000	10	80	30 - 50	0,7 - 1	39 - 85	52 - 104	2 - 4
Kehä III	6/89 - 1/90	35 000	10	80	25 - 45	-	43 - 62	61 - 91	-
Turunväylä	3 - 5/91	32 600	24	100	39 - 45	1,3	54 - 68	84	3,8 - 4,0
Kekkosentie	7 - 8/89	24 000	10	70	33 - 35	1,2 - 1,3	58	78 - 80	2,9 - 3,2
Hämeenkatu *	9 - 12/88	15 300	5	50	-	-	64 - 69	92 - 125	9,1 - 11,8
Pohjoisranta *	3 - 5/90	44 000	10	50	60 - 78	1,6 - 2,0	82 - 100	107 - 170	3 - 5
Töölö *	1 - 12/91		5	50	41 - 60	1,1 - 1,8	53 - 94	84 - 130	2,9 - 7,0
Ohjearvo(1984)							150	300	10

* Katuja

Taulukko 4: Maaseudulla avoimessa maastossa mitattuja pitoisuuksia eri etäisyyksillä tiestä /5/.

Mittaus- piste	Aika	KVL (ajon/vrk)	Mittaus- pisteen etäisyys tiestä (m)	Nopeus- rajoitus (km/h)	Kuukausikeskiarvojen vaihteluväli		1 vrk NO ₂ (µg/m ³)	Ohjearvoon verran- nolliset pitoisuudet	
					NO ₂ (µg/m ³)	CO (mg/m ³)		1 h NO ₂ (µg/m ³)	8 h CO (mg/m ³)
Valtatie 1									
Kuurnapää	11/9 - 3/91	13 300	22	80	15 - 23	0,6 - 0,7	35 - 45	57 - 70	1,4 - 2,4
Kuurnapää	6 - 9/91	15 600	8	80	16 - 20	0,2 - 0,4	22 - 42	53 - 72	0,6 - 2,1
Kuurnapää	10 - 12/91	15 600	8	80	19 - 23	0,4 - 0,8	36 - 50	66 - 135	1,6 - 2,3
Väntsi	6 - 9/91	15 600	160	80	5 - 8	-	13 - 17	31 - 35	-
Väntsi	10 - 12/91	15 600	160	80	11 - 13	0,4 - 0,5	25 - 28	47 - 60	1,6 - 2,0
Väntsi	1 - 4/92	15 200	160	80	9 - 13	0,5 - 0,6	19 - 33	43 - 80	1,1 - 2,1
Virolahti	1990	tausta-asema			3 - 14	-	-	-	-
Ohjearvo(1984)							150	300	10

Väylien läheisyydessä tehdyt mittaukset voidaan luokitella alueen taustapitoisuuden, leviämisolosuhteiden ja liikennemäärien perusteella kolmeen eri tapaukseen, suluissa on mainittu väylät:

- tyyppi I: maaseutu, avoin maasto, liikennemäärä 10-20 000 ajoneuvoa vuorokaudessa (Valtatie1)
- tyyppi II: esikaupunkialueet, avoin maasto, liikennemäärä 25-35 000 ajoneuvoa vuorokaudessa ja lisäksi muita vilkkaasti liikennöityjä teitä lähistöllä (Turunväylä, Espoo; Kekkosen tie Tampere; Kehä I ja III sekä Tuusulantie, Helsinki)
- tyyppi III: kaupungin keskusta, rakennuksia ympäristössä, useita eri katuja ja mittauspisteen kadulla liikennemäärä 20-30 000 ajoneuvoa vuorokaudessa (Pohjoisranta, Töölö, Mäkelänkatu, Helsinki; Hämeenkatu, Tampere)

Näiden tyyppitapausten pitoisuustasoissa havaitaan selviä eroja ja näiden perusteella voi tehdä karkeita arvioita myös muiden vastaavantyyppisten väylien pitoisuustasosta. Seuraavaan taulukkoon 5 on kerätty eri tyyppitapausten, tyypidioksidin tuntipitoisuus ja hään kahdeksantunnin pitoisuus. Luvut kuvaavat pitoisuuksien suuruusluokkaa.

Taulukko 5: Eri tyyppisten väylien pitoisuustasoja 90-luvun alun tilanteessa.

	TYYPIDIOKSIDI		HÄKÄ	
	tuntipitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% ohjearvosta	8h-pitoisuus (mg/m^3)	% ohjearvosta
TYYPPI I				
10 metriä tiestä	60	20	1,5	15
150 metriä tiestä	30	10	1,3	13
TYYPPI II				
10 metriä tiestä	80	27	3	30
TYYPPI III	90	30	5	50

Tyypidioksidipitoisuudet ovat kaupunkien keskustoissa korkeimmat. Esikaupunkialueiden vilkkaiden väylien läheisyydessä pitoisuudet ovat $10\text{-}20\mu\text{g}/\text{m}^3$ alhaisempia. Maaseudulla, jossa muiden päästölähteiden vaikutus on vähäisempää, pitoisuudet ovat noin puolet vilkkaampien väylien varrella mitatuista pitoisuuksista. Väylän läheisyydessä mitatut pitoisuudet laskevat noin puoleen etäisyyden tiestä kasvaessa noin 150 metriin. Tausta-asevilla tyypidiok-

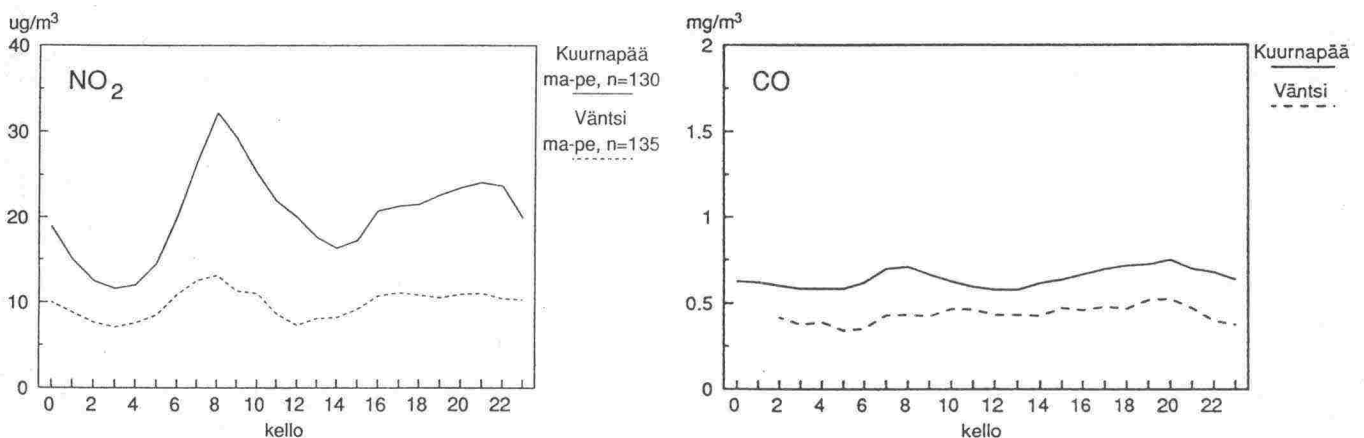
sidipitoisuudet ovat noin puolet pienempiä kuin maaseudulla 100 metriä tiestä mitatut pitoisuudet.

Häkäpitoisuuksissa tasoerot ovat myös selviä eri tyyppitapausten välillä. Pitoisuudet ovat kaupunkien keskustoissa korkeimmillaan ja ajoittain ylittyvät myös ilmanlaadun ohjearvot. Esikaupunkialueilla vilkkaitten väylien läheisyydessä pitoisuudet ovat yleensä hieman alhaisempia. Maaseudulla pitoisuudet ovat noin puolet vilkkaitten väylien pitoisuuksista. Häkäpitoisuus ei enää merkittävästi vähene etäisyyden tiestä kasvaessa. Talvella pitoisuudet ovat korkeampia kuin kesällä.

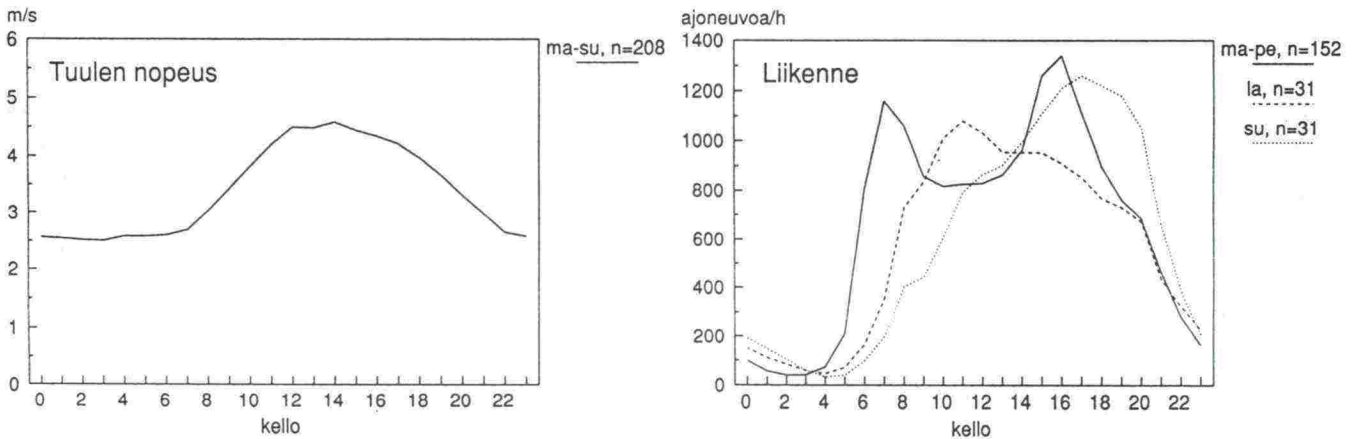
3.2 Pitoisuuksia eri tilanteissa /5/

Pitoisuudet vaihtelevat päivän aikana liikennemäärien mukaan. *Kuvassa 12* on esitetty valtatie yhden varrella tehtyjen mittauksien keskiarvotuloksia eri viikonpäivinä ja vuorokaudenaikoina. *Kuvassa 13* on myös tuntiliikennemäärät ja tuulennopeus samalta ajanjaksolta. Häkäpitoisuus on melko tasainen koko päivän, ainoastaan aamuruuhka näkyy selvästi. Typpidioksidipitoisuus vaihtelee enemmän ja yöllä pitoisuus on noin puolet päiväajan pitoisuuksista.

Typpidioksidin ja hään pitoisuudet ovat aamuruuhkan aikaan korkeammat kuin iltapäivällä, vaikka liikennemäärien perusteella voisi edellyttää tilanteen olevan toisinpäin. Aamulla tuulennopeus on yleensä pienempi kuin iltapäivällä ja päästöjen sekoittuminen sen seurauksena vähäisempää.

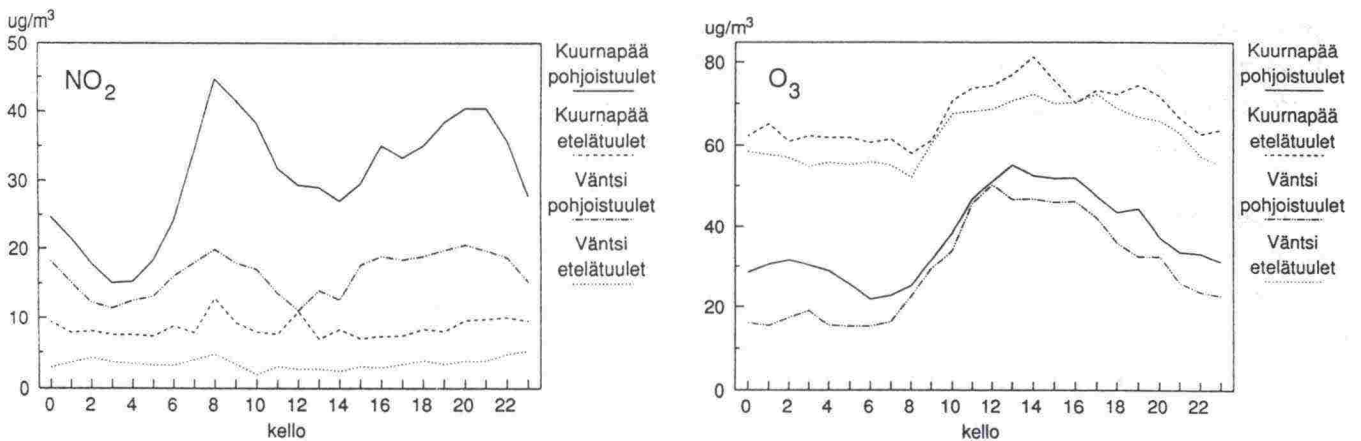


Kuva 12: Häkä- ja typpidioksidipitoisuuksien keskiarvoja eri vuorokauden aikoina valtatie yhden varrella Piikkiössä. Mittausaika 6-12/91. Etäisyys tiestä 10 metriä (Kuornapää) ja 150 metriä (Väntsi).

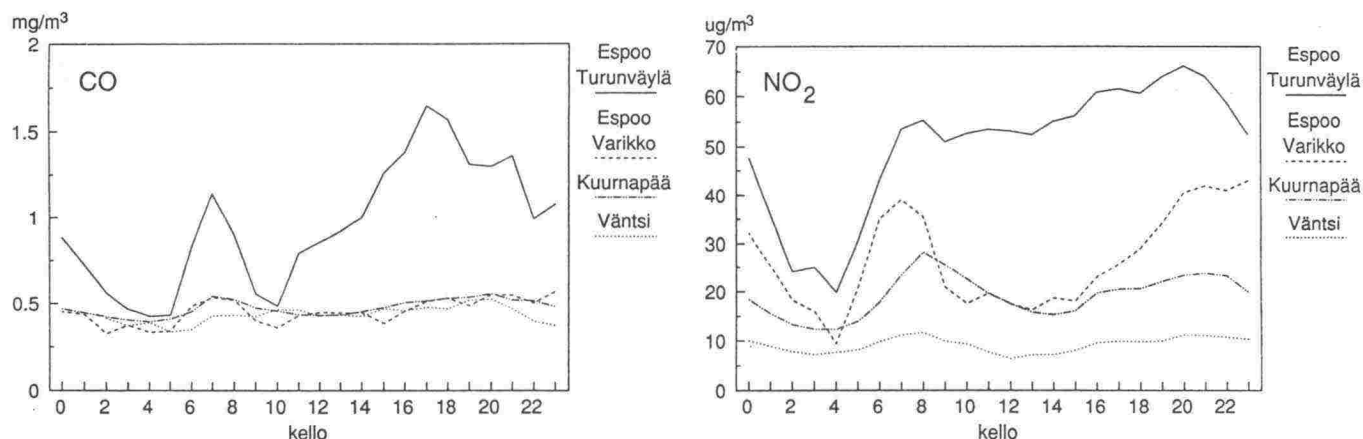


Kuva 13: Liikennemäärä (Tammisillan laskentapiste) ja tuuli eri vuorakaudenaikoina valtatie yhdellä.

Mittaustuloksia on tarkasteltu myös eri tuulensuunnilla. Typpidioksidin pitoisuudet ovat ruuhka-aikana noin kaksinkertaisia tuulen ollessa tieltäpäin verrattuna tilanteeseen että tuulee tielle päin. Otsonipitoisuudet käyttäytyvät toisin, eli kun tieltä tuulee mittauspisteeseen ovat otsonipitoisuudet noin puolet pienempiä kuin tuulen käydessä tielle päin. Tässä tilanteessa näkyy selvästi tien liikenteen aiheuttama nielureaktio eli pakokaasut kuluttavat otsonia.



Kuva 14: Typpidioksidi ja otsonipitoisuus eri tuulensuunnilla valtatie yhden varrella Piikkiössä. Liikennemäärä 15 000 ajon./vrk. Etäisyys tiestä 10 metriä (Kuornapää) ja 160 metriä (Väntsi). Pohjoistuulella tuuli on tieltä mittauspisteeseen.



Kuva 15: Typpidioksidi- ja häkäpitoisuuksia eri etäisyyksillä tiestä valtatie 1 (liikennemäärä 15 000 ajon/vrk) ja Turunväylän varrelta (liikennemäärä 32 600 ajon/vrk). Mittausetäisyys: Turunväylä 24 m, Espoo Varikko 125 m, Kuurnapää 10 m ja Väntsi 160 m.

3.3 Pitoisuuksien laskennallinen arviointi

Laskentamallien avulla voidaan laskea avoimessa maastossa pakokaasujen aiheuttamia pitoisuuksia noin 300 metrin etäisyydelle tien keskilinjasta. Mallilla voidaan laskea typpidioksidin tuntipitoisuuksia ja hään kahdeksan tunnin pitoisuuksia. Mallilla lasketut tulokset eivät ole keskiarvopitoisuuksia, vaan ne kuvaavat tilannetta, jossa päästöt ovat suurimmillaan ja päästöjen sekoittuminen vähäistä. Tulokset kuvaavat huonointa tilannetta. Ilmanlaadun ohjearvot on myös määritetty tälle huonoimmalle tilanteelle.

Väylien läheisyydessä tehtyjä mittauksia voidaan verrata mallin antamiin tuloksiin. Mittaustulokset vastaavat tien läheisyydessä melko hyvin mallin antamia tuloksia. Kauempana tiestä erot kasvat ja mallin laskemat pitoisuudet typpidioksidille ovat liian korkeita. Malli soveltuu parhaiten etäisyyksille noin 40-50 metriä tien keskilinjasta. Sillä etäisyydellä on myös usein maankäyttöä tai kevyen liikenteen väylä. Taulukossa 6 ja 7 on esitetty eri mittauspisteistä mitattu ja laskettu pitoisuus /5/.

Taulukko 6: Lasketut ja mitatut hään ohjearvoon (10 mg/m^3) verrannolliset 8-tunnin pitoisuudet.

	Laskettu (mg/m^3)			Mitattu (mg/m^3)
	tausta	tie	yhteensä	
Tampere - Kekkosen tie KVL 25 800, 70 km/h etäisyys tien reunasta 10 m kesä	1,5	5,1	6,6	2,9 - 3,2
Piikkiö - Valtatie 1 KVL 12 600, 80 km/h etäisyys tien reunasta 30 m kesä	0,3	1,4	1,7	0,6 - 1,2
talvi	0,4	1,4	1,8	1,5 - 2,4
Piikkiö - Valtatie 1 KVL 12 600, 80 km/h etäisyys tien reunasta 170 m kesä	0,3	0,3	0,6	-
talvi	0,4	0,3	0,7	1,1 - 2,0
Espoo - Turunväylä KVL 32 600, 100 km/h etäisyys tien reunasta 35 m kesä	1,1	2,1	3,2	3,8
talvi	1,3	2,1	3,4	4,0

Taulukko 7: Lasketut ja mitatut typpidioksidin ohjearvoon ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliset tuntipitoisuudet. Otsonin taustapitoisuutena on käytetty kesällä $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja talvella $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

	Laskettu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				Mitattu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	tausta	muutunta	tie	yhteensä	
Tampere - Kekkosen tie, KVL 25 800, 70 km/h etäisyys tien reunasta 10 m kesä	40	48	62	150	80
Piikkiö - Valtatie 1 KVL 12 600, 80 km/h etäisyys tien reunasta 30 m kesä	11	32	31	74	53 - 72
talvi	13	25	31	69	66 - 135
Piikkiö - Valtatie 1 KVL 12 600, 80 km/h etäisyys tien reunasta 170 m kesä	11	11	5	27	31 - 35
talvi	13	9	5	27	43 - 80
Espoo - Turunväylä KVL 32 600, 100 km/h etäisyys tien reunasta 35 m kesä	31	45	62	138	84
talvi	38	35	62	135	84

Pitoisuuksien laskentamallit ja niiden käyttö on esitetty Tieliikenteen pakokaasupäästöt, perustietoja, laskentamenetelmät - julkaisussa /6/. Tämän raportin liitteenä on korjatut kaavakkeet, joiden avulla voidaan laskea pitoisuuksia yleisten teiden läheisyydessä avoimessa maastossa. Typpidioksidin arvioimiskaavakkeessa oli liikennemäärien kohdalla virheellinen tieto. Ruotsin tielaitos on teettänyt käyttöönsä ATK-mallin näiden kaavakkeiden tilalle. Parhailleen selvitetään tarvetta teettää Suomen olosuhteisiin vastaava malli. Päätöksiä mallin tarpeellisuudesta ei voida tehdä ennekuin ollaan selvillä, mihin suuntaan ilmanlaadun ohjearvot kehittyvät Suomessa.

Katujen pitoisuuksien laskemiseen on myös käytettävissä laskentamalli. Se soveltuu vain harvoin käytettäväksi yleisillä teillä. Laskentamallia on tarkistettu pohjoismaisena yhteistyönä. Valmiina on ATK-malli, joka soveltuu käytettäväksi Ruotsin katutypeille ja autokannalle. Jokainen pohjoismaa tarkistaa mallin lähtötiedot vastaamaan olosuhteitaan. Ympäristöministeriön tehtävänä on käynnistää tämä tarkistustyö Suomessa vuoden 1993 aikana.

3.4 Kasvillisuuden seuranta teiden läheisyydessä

Pakokaasujen vaikutusta tien varren puustoon ja kasvillisuuteen on seurattu neljän eri väylän läheisyydessä /7/. Seurantaa on tehty muutamia vuosia, ja johtopäätösten tekeminen on vielä vaikeata. Kasvillisuuden kunnon muutokset ovat olleet melko pieniä, joten on hyvin vaikea arvioida johtuvatko muutokset luonnon omasta vaihtelusta, pakokaasuista vai tien rakentamisesta. Valtatien yhden varrella Piikkössä on tehty seurantaa monella eri menetelmällä. Liikennemäärä tiellä on noin 15 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Tämän yhden havaintoalueen selvitysten perusteella on Ilmatieteen laitos arvioinut seuraavia vaikutusalueita tien läheisyydessä /8/:

- puiden rungolla elävien jäkälien perusteella arvioituna tieympäristön aiheuttama stressi ulottuu 250-300 metrin etäisyydelle tiestä (ilman epäpuhtauspitoisuudet)
- puiden neulasten typpipitoisuuden perusteella arvioituna pakokaasujen vaikutusalue ulottuu 300 metrin etäisyydelle tiestä (kohonneet typpipitoisuudet neulasissa)
- neulasten lyijypitoisuuden ja sammalten raskametallipitoisuuksien perusteella pakokaasujen vaikutusalue ulottuu 100 metrin etäisyydelle tiestä (kohonneet pitoisuudet neulasissa ja sammaleessa).

Seurantaa jatketaan eri kohteissa ja valitaan seurantaan parhaiten soveltuvat menetelmät. Muutosten merkittävyyksien arviointi on mahdollista useampien vuosien seurannan perusteella. Johtopäätöksiä voidaan tehdä paremmin, kun on käytettävissä tuloksia useamman väylän varrelta.

4 ILMAN EPÄPUHTAUKSIEN VAIKUTUKSET

Liikenteestä, energiantuotannosta ja teollisuudesta pääsee ilmaan epäpuhtauksia. Saasteet tulevat ilmaan eri korkeuksilta. Päästökorkeudella on merkitystä sille, miten hyvin päästöt sekoittuvat puhtaampaan ilmaan ja miten laajalle ne leviävät. Rakennukset ja maaston vaihtelut estävät saasteiden leviämistä ja pitoisuuksien laimenemista. Sääolosuhteet ja erityisesti tuulisuus vaikuttavat päästöjen sekoittumiseen ilmaan. Liikenteen päästöt tulevat ilmaan matalalta, joten sen osuus pitoisuuksista on usein korkeampi kuin liikenteen osuus alueen kokonaispäästöistä.

Valtioneuvosto on vuonna 1984 antanut eräille ilman epäpuhtauksille pitoisuuksien enimmäisarvoja. Arvot on lähinnä annettu terveydellisin perustein. Viime vuosina tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet, että lähinnä epäpuhtauksien yhteisvaikutuksen seurauksena hengitystiesairaudet voivat lisääntyä jo ohjearvoja alhaisemmillaakin pitoisuuksilla. Ruotsissa ohjearvot ovatkin esimerkiksi typpidioksidin osalta selvästi tiukempia. Parhaillaan Suomessa työskentelee työryhmä, jonka tehtävänä on uudistaa ohjearvoja.

4.1 Happamoituminen ja otsoni

Ilman epäpuhtaudet kulkeutuvat ilmakehässä ilmavirtausten mukana hyvin kauas päästölähteestä. Kulkeutumisen aikana yhdisteet voivat muuttua toisiksi yhdisteiksi tai muodostuu uusia yhdisteitä. Rikki- ja typpi yhdisteitä kulkeutuu Euroopasta ja lähialueilta Suomeen. Otsonia kulkeutuu myös Euroopasta Suomeen. Suomessa havaitut korkeat pitoisuudet ovat usein seurausta kaukokulkeutumisesta. Suomessa sääolosuhteet ovat harvoin sellaisia, että otsonin muodostumista omista typen oksidien ja hiilivetyjen päästöistä tapahtuisi. Otsonin muodostumiseen tarvittavaa auringon säteilyä on riittävästi vain kesäisin ja sen lisäksi tarvitaan vielä suotuisat sääolosuhteet. Tällaisia päiviä on Etelä-Suomessa vain muutamia kertoja kesässä /9/.

Vähitellen ilman saasteet tulevat maahan joko kuivana (hiukkaset) tai märkänä (sade) laskeutumaan. Sadevesi on viime vuosikymmeninä happamoitunut selvästi rikin ja typen oksidien määrän lisääntyessä ilmassa. Ilman epäpuhtauksien ja laskeuman vaikutukset kohdistuvat ihmisten terveyteen, viihtyvyyteen, kasveihin, eläimiin, materiaaleihin, maaperään, vesistöihin, pohjaveteen ja ilmastoon. Vaikutukset voivat ilmetä heti tai myöhemmin välillisesti tietyn luonnon sietokyvyn ylityksen jälkeen. Vaikutusten mittakaava vaihtelee paikallisista seudullisiin ja maapallonlaajuisiin vaikutuksiin.

Suomen olosuhteissa päästöjen happamoittavat vaikutukset ovat tällä hetkellä keskeinen ongelma. Suomen kallioperä pystyy neutraloimaan hapanta laskeumaa varsin kehnosti. Suomen metsiä rasittaa lisäksi neulasiin kohdistuva kuivalaskeuma ja kylmä ilmasto. Vaaravyöhykkeessä ovat erityisesti karut kankaat, joita on Suomessa paljon.

Erilaisille järville ja metsämaille on pyritty määrittämään kriittisiä kuormitustasoja. Kriittinen kuormitus määritellään suurimmaksi happolaskeumaksi, joka ei aiheuta sellaisia kemiallisia muutoksia, jotka johtaisivat pitkällä aikavälillä haitallisiin muutoksiin oleellisissa osissa luonnon ekosysteemiä. Kriittisen kuormituksen ylitystä voidaan arvioida vertaamalla eri alueiden kriittisen kuormituksen arvoja vastaaviin laskeumien arvoihin. Metsämaiden sietokyky ylittyy tällä hetkellä Suomessa eniten etelärannikolla, missä laskeuman pitäisi vähentyä yli 60 % /4/. Keski-Suomessa kriittinen kuormitustaso ylittyy noin 20-40 %. Pohjois-Suomessa metsämaiden sietokyky ylittyy vain osalla alueita. Järvien kriittinen kuormitustaso ylittyy sen sijaan koko maassa ja laskeumaa olisi vähennettävä yli 60 %. Laskeumaan vaikuttavat rikkidioksidin, typen oksidien ja ammoniakkin päästöt. Näitä päästöjä on vähennettävä sekä ulkomailla että kotimaassa, jotta tavoitteisiin päästäisiin.

Suomen tieliikenteen ja muiden liikkuvien lähteiden päästöistä aiheutuva typpilaskeuma on suurimmillaan Etelä-Suomessa /4/. Vuonna 1990 päästöjen aiheuttama laskeuma oli $25 \text{ mg(N)/m}^2/\text{v}$ etelässä ja pohjoisemmassa $10\text{-}20 \text{ mg(N)/m}^2/\text{v}$. Tieliikenteen ja muiden liikkuvien lähteiden osuus Suomen typpilaskeumasta on noin 10 %. Kotimaisten päästölähteiden osuus typpilaskeumasta on noin 20 %. Suomen typenoksidien päästöistä vain vähän yli 10 % laskeutuu Suomen alueelle. Noin puolet ulkomailta Suomeen tulevasta laskeumasta on peräisin liikenteestä.

Tieliikenteen aiheuttaman typpilaskeuman arvioidaan vähenevän noin puoleen vuoteen 2010 mennessä /4/. Arviossa on otettu huomioon liikennesuorituksen kasvu sekä ajoneuvojen ominaispäästöjen pienentyminen pakokaasumääräysten seurauksena. Tieliikenteen päästöistä aiheutuva laskeuma vähenee nopeammin kuin energiantuotannon ja teollisuuden päästöistä aiheutuva laskeuma. Ulkomailta tulevan typpi laskeuman määrän muutoksia on vaikea ennakoida.

4.2 Terveys- ja viihtyvyshaitat /11/

Pakokaasujen viihtyvyys- ja terveyshaitat ovat suurimpien kaupunkien ongelmia Suomessa. Pakokaasujen hajut ja pöly koetaan viihtyvyyttä vähentävinä tekijöinä. Norjassa tehdyt kyselytutkimukset eri kaupungeista osoittavat, että liikenteen saasteet haittaavat ihmisiä jo melko alhaisissakin pitoisuuksissa. Häkäpitoisuutta käytettiin siellä pakokaasujen ja pölyn yleisenä indikaattorina. Häkäpitoisuuden ollessa noin 3 mg/m^3 piti haastatelluista 25 % epäpuhtauksia ja likaa hyvin häiritsevästä ja 55 % vähintään melko häiritsevästä. Kaupunkien suurimpien väylien varrella pitoisuudet ovat tällä tasolla. Yleisten teiden varrella avoimessa maastossa pitoisuudet nousevat vain harvoin väylän välittömässä läheisyydessä tälle tasolle. Ohjearvo häkäkaasulle on 10 mg/m^3 ja se on annettu hään terveydellisten vaikutusten perusteella. Kaupunkien keskustojen kapeilla kaduilla häkäpitoisuudet ovat olleet ajoittain ohjearvo tämän yläpuolella.

Liikenteen pakokaasujen ja pölyn vaikutuksia viihtyvyyteen on vaikea arvioida niiden subjektiivisen luonteen vuoksi. Häiriön suuruuteen vaikuttaa oleellisesti häiriötä aiheuttavan toiminnan hyväksyttävyys. Toisena vaikeutena on arvioida eri pitoisuuksille altistuneita ihmisiä. Melualueilla asuvien määrä voidaan melko hyvin laskea, mutta epäpuhtauksille altistuville ei ole käytettävissä edes karkeita menetelmiä.

4.3 Ilmastonmuutos

Kasvihuonekaasujen määrä ilmakehässä kasvaa kaikkialla yhtä paljon, mutta tähän kasvuun liittyvä lämpö-, sade- ja tuuliolojen muutos on todennäköisesti hyvin erilainen eri puolilla maapalloa. Muutosten maantieteellinen ennustaminen on vielä epävarmaa. Parhaana arviona näyttää tällä hetkellä olevan, että kasvihuoneilmiön voimistuminen nostaa Suomessa lämpötilaa nykyisestä kaikkina vuodenaikoina noin $0,4 \text{ }^\circ\text{C}$ vuosikymmenessä eli siis noin asteen vuoteen 2010 mennessä ja pari astetta vuoteen 2030 mennessä. Atlantin läheisyydestä johtuen Suomi kuuluu alueeseen, jolla lämpötilaennusteet ovat epävarmempia kuin muualla pohjoisella pallonpuoliskolla /12/.

Sademäärien arvioidaan kasvavan talvisin selvästi Pohjois-Euroopassa. Lämpötilan nousu pienentää vuotuista lumipeitteen aikaa ja paksuutta. Keskäisin haihtuminen voi lisääntyä enemmän kuin sademäärä, jolloin maaperän kosteus saattaisi pienetä nykyiseen verrattuna. Valtamerien pinnan nouseminen ei Suomessa tule olemaan keskeinen ilmastomuutoksen liittyvä ongelma.

Mallilaskelmat osoittavat, että kohoava lämpötila todennäköisesti parantaa metsien uudistumista ja kasvua sekä nopeuttaa puiden elinkiertoa Suomessa. Monet tuhohyönteiset ja -sienet hyötyvät muuttuvasta ilmastosta.

Metsätuhojen riskiä lisäävät leudot talvet, jotka voivat myös murtaa puiden talvilevon ja aiheuttaa pakkasvaurioita. Metsien puulajisuhteet voivat pitkällä aikavälillä myös muuttua, kun lehtipuut valloittavat alaa männyltä ja kuuselta. Pohjois-Euroopassa viljasatojen arvioidaan kasvavan 10-20 % hehtaaria kohden pidentyneen kasvukauden ja lisääntyvän hiilidioksidin vuoksi. Tuhoisten ja kasvitautien lisääntyminen on kuitenkin myös todennäköistä.

Ilmastonmuutoksella saattaa olla meidän olosuhteissamme myönteisiä taloudellisia vaikutuksia ainakin lyhyellä aikajaksolla. Suurimmat hyödyt saavutettaisiin maa- ja metsätaloudessa. Liikenteen kustannuksissa tapahtuisi myös säästöjä jää- ja lumipeitteen vähenemisen seurauksena. Negatiivisia vaikutuksia on vastaavasti monissa muissa maanosissa. Maa- ja metsätalouden kannalta herkeksi alueiksi on määritelty Brasilia, Peru, Kaakkois-Aasia, IVY:n kaakkoisalueet sekä Kiina. Merenpinnan nousun kannalta on myös useita ongelma-alueita. Pitkällä aikavälillä saattavat Suomessakin haitat olla hyötyjä suuremmat /13/

5 PIIRIKOHTAINEN SELVITYS

5.1 Tiepiirien ilmanlaatu selvitykset

Tiepiirien ilmanlaatu selvityksen tavoitteena on selvittää, mikä on tieliikenteen ja erityisesti yleisten teiden osuus alueen kokonaispäästöistä. Yleiskuvan luominen päästö- ja pitoisuustilanteesta tiepiirin alueella on lähtötietona suunniteltaessa yleisten teiden liikenneympäristön parantamistoimenpiteitä. Tieverkon päästötietojen avulla voidaan arvioida ongelmakohteita epäpuhtauksien kannalta. Nämä kohteet ovat yleensä kaupunkien sisääntuloväyliä, joissa maankäyttö ulottuu aivan tien läheisyyteen. Näissä kohteissa voidaan arvioida pitoisuuksia väylän läheisyydessä.

Tieliikenteen kokonaispäästöjen laskenta voidaan tehdä LIISA-ohjelmalla. Ohjelmalla voidaan laskea päästöt joko lääneittäin tai kunnittain. *Taulukossa 2* (sivu 21) on tieliikenteen päästöt lääneittäin. Tiekohtaiset päästöt laskeaan KEHAR-ohjelmalla. Tulokset voi esittää kartalla sopivasti luokitellen. KEHAR-ohjelmaan on tehty lisäohjelma, jolla voi kerralla laskea päästöt tieosuuksittain koko piirin alueelta. Lisätietoja tästä ohjelmasta saa *Jukka Ristikartanolta* (p. 1487 2341). Tämän raportin laskelmat on tehty tämän lisäohjelman avulla ja tulokset piiretty kartalle TR-kuva ohjelman avulla.

Muiden päästölähteiden tietoja saa lääninhallitusten ympäristönsuojelutoimistoista. Teollisuus- ja energiantuotantolaitokset ilmoittavat vuosittain päästötietonsa lääninhallituksille. Tämä ilmoitusvelvollisuus koskee suurimpia laitoksia. Ilman epäpuhtauksien mittauksista ja bioindikaattoriseurannoista saa myös tietoja lääninhallituksista.

Pitoisuuksien arvioimiseen väylien läheisyydessä käytetään avoimen väylän laskentamallia. Liitteenä on laskentalomakkeet, joiden avulla pitoisuudet arvioidaan. Katujen pitoisuuksien arvioimiseen soveltuvaa mallia voidaan käyttää väylille, jos aivan tien reunassa molemmilla puolilla on rakennuksia /6/. Haitankokijoiden määriä ei pystytä arvioimaan.

Lääninhallitukset ja kunnat tarvitsevat usein tietoja eri väylien päästömääristä maankäytön suunnitelmia ja erillaisten ympäristölupien käsittelyä varten. Tiepiirin kannattaa kysyä näiden tahojen mielipiteitä raportoinnista. Käyttökelpoisia ovat kartat, joissa on esitetty päästöt tiekilometriä kohden. Tiepiirin ilmanlaatua koskeva selvitys soveltuu parhaiten raportoitavaksi yhdessä melun kanssa.

Vesi- ja ympäristöhallituksen ympäristötietokeskus laatii alueellisia ympäristön tilan raportteja. Kuopion, Mikkelin ja Oulun lääneihin on valmistumassa raportit vuonna 1993. Tiepiirit ovat osallistuneet näiden raporttien tekemiseen. Tieliikenteen päästöt ja tiedot mahdollisista pitoisuuksista voidaan raportoida myös näissä selvityksissä.

5.2 Selvityksen käyttö tiensuunnittelussa

Tielaitoksen mahdollisuudet vaikuttaa nykyisen tiestön päästömääriin ja päästöjen aiheuttamiin pitoisuuksiin ovat vähäiset. Tärkeimpänä tavoitteena ilman laadun osalta onkin, että suunniteltaessa taajamiin parantamistoimenpiteitä tai meluntorjuntaa mietitään ympäristöä kokonaisuutena. Yhtenä osatekijänä on pakokaasut ja pöly sekä niiden vaikutus ihmisten viihtyisyyteen. Ihmisten altistumista pölylle ja muille epäpuhtauksille on pyrittävä vähentämään erityisesti kevyen liikenteen järjestelyjen yhteydessä.

Alueiden liikennejärjestelmä- tai tieverkkoselvitysten yhteydessä päästöjen laskeminen on usein tarpeellista. Tällöin lasketaan päästöjen muutoksia eri väyläosuuksilla. Päästömäärät vähenevät ajoneuvotekniikan kehityksen seurauksena tulevaisuudessa. Eri väylien liikennemäärissä tai palvelutasossa tapahtuvat muutokset aiheuttavat vain harvoin sellaisia muutoksia päästö-
määrissä, että ne olisivat merkittäviä verrattuna ajoneuvoteknisen kehityksen seurauksena saavutettavaan hyötyyn. Verkkotasolla voidaan lähinnä suurimmissa kaupungeissa aikaansaada sellaisia liikenteellisiä muutoksia, joilla on merkitystä asuinalueiden päästökuormituksessa.

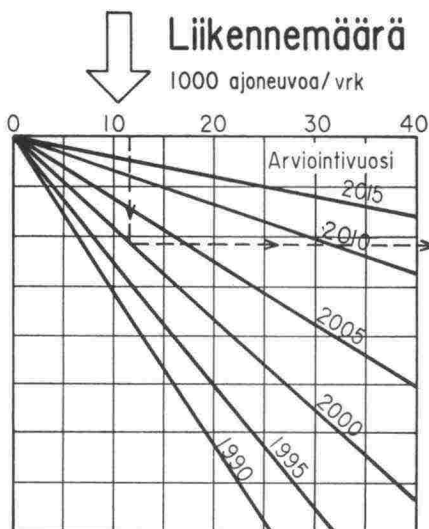
Ilman laadun ohjearvoja ollaan uudistamassa. Typpidioksidin ohjearvot tiukenevat merkittävästi. Alustavien tietojen mukaan typpidioksidin tuntiohjearvo olisi $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nykyisin $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hään kahdeksan tunnin ohjearvo olisi $8 \text{ mg}/\text{m}^3$ (nykyisin $10 \text{ mg}/\text{m}^3$). Yleisten teiden varrella mitatut typpidioksidin pitoisuudet ovat tällöin korkeimmillaan 60 - 70 % ohjearvosta ja häkäpitoisuudet 40 - 50 % ohjearvosta. Pitoisuuksien arvioiminen on tämän vuoksi entistä tärkeämpää.

6 KIRJALLISUUSVIITTEET

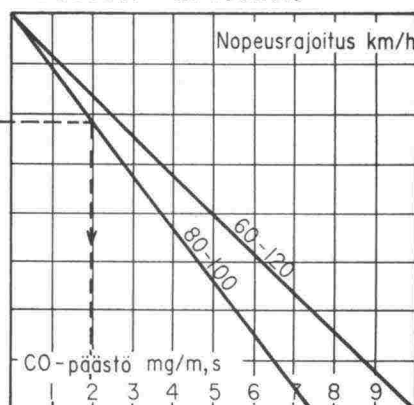
- /1/ Kari Mäkelä et al: Tieliikenteen pakokaasupäästöt. Ennustava tietojärjestelmä LIISA 2.1; VTT/TGL, tutkimusraportti 67, Espoo 1991.
- /2/ J. Ristikartano: KEHAR 2.2 version muutokset ja asentaminen; Muistio 17.6.1992, Tiehallitus, kehittämiskeskus.
- /3/ Tiehallitus: Tien palvelutaso kuvina, Tielaitoksen ohjeita 1991, TIEL 2130003, ISBN 951-47-4353-9.
- /4/ Tilastokeskus: Liikenne ja ympäristö; Ympäristö 1992:2. ISBN 951-47-6002-6.
- /5/ V. Hiltunen et al: Liikenteen aiheuttamien epäpuhtauksien leviäminen ympäristöön; Ilmatieteenlaitos, Ilmanlaatuosasto, Helsinki, ilmestyy 1993.
- /6/ Tiehallitus, kehittämiskeskus: Tieliikenteen pakokaasupäästöt, perustietoja, laskentamenetelmät; Tielaitoksen ohjeita 1990, TIEL 703611, ISBN 951-47-2739-4
- /7/ Tiehallitus, kehittämiskeskus: Seurannan sisällyttäminen tiehankkeisiin -luonnonolot; Tielaitoksen selvityksiä 44/1992, TIEL 3200097, ISBN 951-47-6507-9.
- /8/ Tiehallitus, kehittämiskeskus: Pakokaasujen vaikutus ympäristöön, Seurantatutkimus 1989-1990 Paimio Piikkiö; Tielaitoksen selvityksiä 3/1992, TIEL 3200059, ISBN 951-47-5536-7
- /9/ Institutet för Vatten- och luftforskning: Oxidantberäkning för NESTE, L91/173, Göteborg 1991.
- /10/ E. Wahlström et al: Ympäristön tila Suomessa; Ympäristötietokeskus, Gaudeamus 1992, ISBN 951-662-523-1.
- /11/ Tiehallitus, kehittämiskeskus: Tieliikenteen melun ja pakokaasujen terveys- ja viihtyvyshaittojen arviointi; Tiehallituksen sisäisiä julkaisuja 8/1992, TIEL 4000010.
- /12/ Markku Kanninen (toim): Muuttuva ilmakehä, Ilmasto, luonto ja ihminen; Suomalainen Ilmakehämuutosten Tutkimusohjelma, Valtion painatuskeskus 1992, ISBN 951-37-0832-2.
- /13/ Jouko Kinnunen: Ilmastonmuutoksen taloudelliset vaikutukset; Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos 1992, ISBN 951-9206-77-9.

- /14/ Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta: Ilman laadun mittauksia liikenneympäristössä Vantaalla; Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1990: 17, ISSN 0357-5454.
- /15/ Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta: Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 1991; Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1992:3, ISSN 0357-5954.

Maanteiden HIILIMONOKSIDIPITOISUUKSIEN (CO) arviointilomake



Päästön arviointi



Lähtötiedot

- Liikennemäärä(KVL) _____ ajon./vrk
- Arviointivuosi _____
- Vuodenaika kesä ☐ talvi ☐
- Nopeusrajoitus _____ km/h
- Etäisyys tien keskikohdasta _____ m

Korjaustiedot

Oma arvo Mallin arvo

- Tuntiliikenteen osuus KVL:stä (kahdeksan tunnin ka.) _____ ☐
- Raskaan liikent.osuus % _____ ☐
- CO:n taustapitoisuus _____ ☐

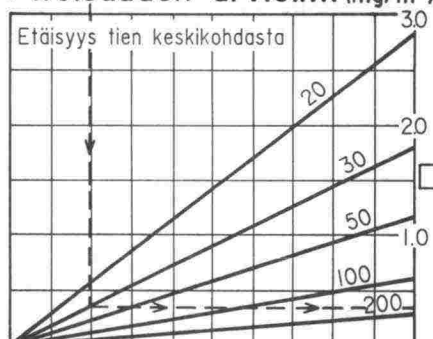
Korjauskertoimet

Tuntiliikenne (kahdeksan tunnin ka.)KVL:stä				
%	5	10	15	20
K ₁	0.5	1.0	1.5	2.0

Raskaan liikenteen osuus				
%	10	12	15	20
K ₂	1.0	1.0	1.0	0.9

$$K_A = K_1 \times K_2 = \boxed{}$$

Pitoisuuden arviointi (mg/m³)



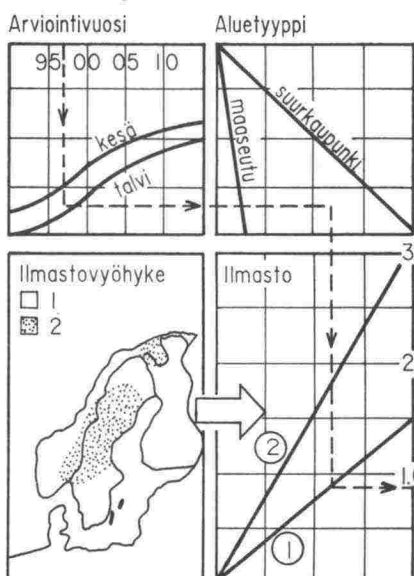
Arvioidut CO-pitoisuudet

Tien peruslisäys

$$\boxed{} \times \boxed{} = \boxed{}$$

Nomogrammin mukainen lähtöarvo
Korjauskerroin K_A

Taustapitoisuus (mg/m³)



Taustapitoisuus

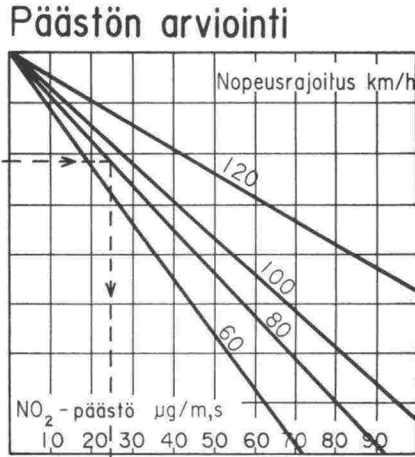
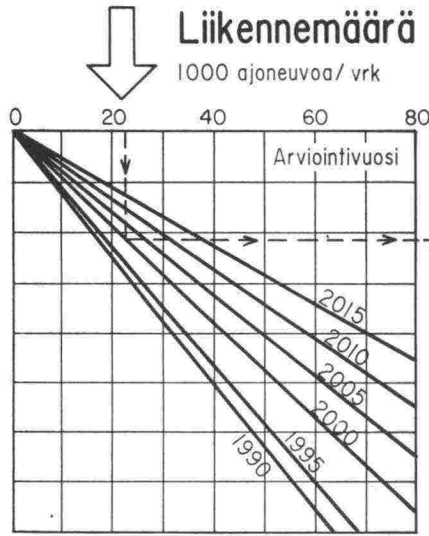
Osuuksien summa x 1,4

ARVIOITU 8 TUNNIN CO-PITOISUUS mg/m³
OHJEARVO 10

Lopputulos

Maanteiden TYPPIOKSIDIPITOISUUKSIEN (NO₂) arviointilomake

Tie _____
Arviointipiste _____
Päiväys _____ Allekirjoitus _____



Lähtötiedot

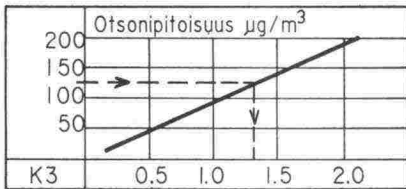
- Liikennemäärä (KVL) _____ ajon/vrk
 - Arviointivuosi _____
 - Vuodenaika kesä ☐ talvi ☐
 - Nopeusrajoitus _____ km/h
 - Etäisyys tien keskikohdasta _____ m
- Korjaustiedot**
- | | Oma arvo | Mallin arvo |
|---|----------|--------------------------|
| • Huipputunnin liikenteen osuus KVL:stä % | _____ | <input type="checkbox"/> |
| • Raskaan liikent.osuus % | _____ | <input type="checkbox"/> |
| • NO ₂ :n taustapitoisuus | _____ | <input type="checkbox"/> |
| • Otsonin taustapitoisuus | _____ | <input type="checkbox"/> |

Korjauskertoimet

Huipputunnin liikenteen osuus KVL:stä				
%	10	15	20	25
K ₁	0.7	1.0	1.3	1.5

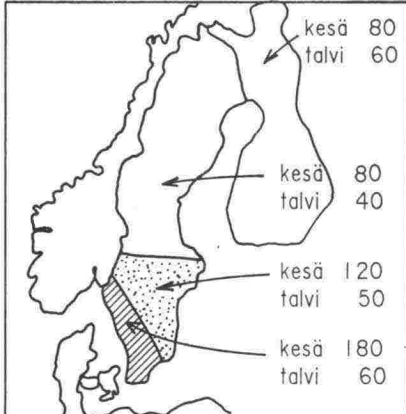
Raskaan liikenteen osuus				
%	10	12	15	20
K ₂	0.9	1.0	1.1	1.3

$K_A = K_1 \times K_2 =$ _____



$K_B = K_A \times K_3 =$ _____

Otsonipitoisuus µg/m³ (Likiarvo)



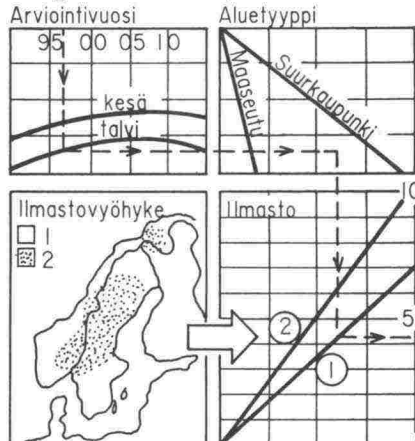
Pitoisuuden arviointi (µg/m³)



Muutunnan aiheuttama lisäys



NO₂:n taustapitoisuus (µg/m³)



Arvioidut NO₂-pitoisuudet

Tien peruslisäys

_____ × _____ = _____

Nomogrammin mukainen lähtöarvo

Korjauskerroin K_A

Muutunnan aiheuttama lisäys

_____ × _____ = _____

Nomogrammin mukainen lähtöarvo

Korjauskerroin K_B

Taustapitoisuus

ARVIOITU NO₂-TUNTIPITOISUUS µg/m³
OHJEARVO 300

Lopputulos

TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 54/1992 Selvitys liikennevalojen toiminnasta vähäisen liikenteen aikana. TIEL 3200105
- 55/1992 Kiertoliittymän liikenteelliset vaikutukset; ennen-jälkeen -tutkimus Lammin maantieliittymässä. TIEL 3200106
- 56/1992 Kaupunkimuotoilun historia, nykyaikaisen tie- ja liikennesuunnittelun historiallinen tausta. TIEL 3200107
- 57/1992 Teiden suolauksen aiheuttamien ympäristövahinkojen korvaaminen. Kymen tiepiiri
- 58/1992 Teknologian siirto; Bauma 1992 -messut. TIEL 3200108
- 59/1992 Reunapaalujen vaikutus ajokäyttäytymiseen ja liikenneonnettomuuksiin. TIEL 3200109
- 60/1992 Rautasaostuman aiheuttama salaojan tukkeutuminen ja toimenpiteet tukkeutumisen estämiseksi. TIEL 3200110
- 61/1992 Liityntäliikenteen mallit. TIEL 3200111
- 62/1992 Hienoaineksen vaikutus stabiloidun moreenimurskeen pakkaskestävyyteen. TIEL 3200112
- 63/1992 Tulevaisuuden ennustamista vai tulevaisuuden tekemistä? Ympäristö-ongelmien haasteet tielaitoksen tulevaisuudentutkimukselle liikenne- ja ympäristöpolitiikan näkökulmasta. TIEL 3200113
- 64/1992 Bitumiemulsiokoetiet. TIEL 3200114
- 65/1992 Liikenteen ja maankäytön vuorovaikutus vt 3:lla välillä Helsinki-Tampere. TIEL 3200115
- 66/1992 Kouvolan pohjoisen ohikulkutien vaikutukset maankäyttöön. TIEL 3200116
- 67/1992 Keskushallinnon organisaation uudistaminen, loppuraportti. TIEL 3200117
- 68/1992 Tien pohja- ja päällysrakenteet -tutkimusohjelma (TPPT); Perussuunnitelma TIEL 3200118
- 69/1992 Rakennettujen ja perusparannettujen teiden tasaisuus 1991-1992. TIEL 3200119
- 70/1992 Nastojen, hiekoituksen ja suolauksen aiheuttama pöly ja sen leviäminen ympäristöön, kirjallisuusselvitys. TIEL 3200120
- 71/1992 TAM-Tien Arvon Mittausmenettelyn käyttö. TIEL 3200124
- 72/1992 Yleisten teiden liikenneturvallisuus taajamissa. TIEL 3200122
- 73/1992 Liikkuvan koneen paikantaminen servo-ohjatulla takymetrillä. TIEL 3200123
- 74/1992 Kuljettajien mielipiteet talviajan nopeusrajoituksista helmikuussa 1992. TIEL 3200125
- 75/1992 Taajamaväylän saneerauksen vaikutukset; Hankasalmen ja Kauhavan liikenneturvallisuuden sekä Hankasalmen liikenneolosuhteiden kehitys TIEL 3200128.